अंक 3 | सितम्बर, 2022 | अर्ध वार्षिक | बेंगलूरु

Azim Premji University

आई वंडर...

रीडिस्कवरिंग स्कूल साइंस



पेज 4

रहस्य
ऊपर उठते गुब्बारे का

अज़ीम प्रेमजी विश्वविद्यालय का प्रकाशन

सम्पादकीय कार्यालय

सम्पादक, आई वंडर...री-डिस्कवरिंग स्कूल साइंस,
अज़ीम प्रेमजी विश्वविद्यालय, सर्वे नम्बर 66, बुरुगुंटे विलेज, बिक्कनाहल्ली मेन रोड, सरजापुरा, बेंगलूरु - 562 125 कर्नाटक
फोन: 080-66144900 | **फैक्स:** 080-66144900 | **ईमेल:** publications@apu.edu.in | **वेबसाइट:** www.azimpremjiuniversity.edu.in

यह मूल रूप से अँग्रेज़ी में प्रकाशित आई वंडर...रीडिस्कवरिंग स्कूल साइंस अंक 7, दिसम्बर, 2021 के लेखों का हिन्दी अनुवाद है। अंग्रेजी अंक की साफ्ट कॉपी https://azimpremjiuniversity.edu.in/iwonder... से डाउनलोड की जा सकती है। इस हिन्दी अंक की साफ्ट कॉपी या अलग-अलग लेख https://anuvadasampada.azimpremjiuniversity.edu.in/ पर उपलब्ध हैं।

हमारे बारे में

आई वंडर...रीडिस्कवरिंग स्कूल साइंस स्कूल शिक्षकों के लिए एक विज्ञान-पत्रिका है। हमारा उद्देश्य ऐसे लेखों को प्रस्तुत करना है जो शिक्षकों (साथ ही अभिभावकों, शोधकर्ताओं और अन्य इच्छुक वयस्कों) को शिक्षण के विभिन्न आयामों और कक्षा व कक्षा के बाहर आजीवन विज्ञान सीखते रहने के बारे में एक सरल और चिन्तनशील बातचीत से जोड़ें। हम ऐसे लेखों का स्वागत करते हैं जो विज्ञान व विज्ञान-शिक्षा पर आलोचनात्मक दृष्टिकोण साझा करते हैं, मूलभूत अवधारणाओं (कैसे, क्यों और आगे क्या) की गहरी व व्यापक समझ प्रदान करते हैं। साथ ही साथ जो अधिक अनुभवात्मक और सार्थक तरीक़ों से विज्ञान सीखने को प्रोत्साहित करने वाली कार्यप्रणालियों के उदाहरण प्रस्तुत करते हैं। *आई वंडर...रीडिस्कवरिंग स्कूल साइंस* विद्यार्थियों व विज्ञान में रुचि रखने वालों के लिए भी एक बढ़िया स्रोत है।

आई वंडर...
रीडिस्कवरिंग स्कूल साइंस

सम्पादकीय

आई वंडर के इस अंक में... हम एक थोड़े अलग ढंग के प्रश्न को खँगालते हैं — क्या भावना, समानुभूति और सहजबोध की हमारे विज्ञान सीखने, सिखाने और करने के तरीक़े में कोई भूमिका है?

साइटोजेनेटिसिस्ट (यानी कोशिका आनुवंशिक विज्ञानी) बार्बरा मैकक्लिंटॉक के अनुसार, जिस जीव का अध्ययन कर रहे हैं उस *'जीव के लिए जज़्बात होना'* एक अच्छे वैज्ञानिक होने के लिए बेहद अहम है। यह धारणा 50 वर्षों से भी अधिक समय तक लॉन्ग आइलैंड के कोल्ड स्प्रिंग हार्बर में मक्के के क्रोमोज़ोम पर ख़ामोशी से की गई एक समर्पित स्टडी से निर्मित हुई थी। मक्के के जीवनचक्र में बदलाव इतने धीमे थे कि मैकक्लिंटॉक को अध्ययन किए जा रहे प्रत्येक पौधे को *'क़रीब से'* जानने के लिए समय और *'असीम आनन्द'* मिल पाया। उन्होंने जो देखा उस पर अपने उत्तर को थोपने की बजाय, उन्होंने तंत्र का हिस्सा बनना चुना और उत्तरों को निरन्तर अवलोकन के ज़रिए ख़ुद तक पहुँचने दिया। अपने अध्ययन की वस्तुओं के प्रति इस सहभागिता के बोध के ज़रिए, मैकक्लिंटॉक ने एक ऐसे क्षेत्र में विस्तृत डाटा इकट्ठा किया जिसे एक लम्बे समय तक उनके समकालीनों द्वारा हाशिए का अनुसन्धान कहकर नकारा गया था। आगे चलकर उन्होंने फ़िज़ियोलॉजी में मोबाइल जेनेटिक एलिमेंट्स (गतिशील आनुवंशिक अवयवों) या ट्रांसपोसॉन्स की अपनी क्रान्तिकारी खोज के लिए नोबेल पुरस्कार (1983) हासिल किया। मैकक्लिंटॉक के लफ़्ज़ों में, *"एक व्यक्ति को वर्षों तक इतना मज़ा करने, मक्के के पौधे से विशिष्ट समस्याओं को हल करने के लिए कहने और फिर उसकी प्रतिक्रियाओं को देखने के लिए पुरस्कृत करना कुछ अनुचित लगता है।"* वस्तुनिष्ठता का परित्याग करने की बजाय, मैकक्लिंटॉक हमें इस पर विचार करने का न्यौता देती हैं कि कैसे अपनी अध्ययन-वस्तुओं के साथ एक क़रीबी, संवादात्मक और पारस्परिक रिश्ता हमारे द्वारा पूछे जाने वाले सवालों को और उनके जवाब पाने के लिए हमारे द्वारा अपनाए जाने वाले तरीक़ों को प्रभावित कर सकता है। सैद्धान्तिक भौतिक विज्ञानी एवेलिन फॉक्स केलर, मैकक्लिंटॉक के तरीक़े के रूबरू एक लम्बे समय से चली आ रही वैज्ञानिक उद्यम की परम्परा को रखती हैं, जो न सिर्फ़ 'प्रकृति' को समझने की चाह से बल्कि उसे नियंत्रित और शासित करने की चाह से भी उभरी है। वे हमारा ध्यान इस ओर खींचती हैं कि कैसे यह चाह वैज्ञानिक उपलब्धियों को बयान करने वाली हमारी भाषा में झलकती है। और वे ऐसे तमाम तरीक़ों की ओर भी इंगित करती हैं जो इस विचार को और भी पुख़्ता करते हैं कि प्रकृति को हमारे द्वारा सताया जाना, मरोड़ा जाना, क़ाबू किया जाना या हाँका जाना ज़रूरी है। यह कहते हुए कि इन्सान सोद्देश्य प्राणी हैं, केलर हमसे यह जाँचने का अनुरोध करती हैं कि कैसे प्रकृति के साथ *'एक युद्ध में, एक संघर्ष में, एक प्रतिरोध की स्थिति में'* भिड़े रहने की यह भावना विज्ञान के लक्ष्यों और कार्यों को प्रभावित करती है। रॉबिन वॉल किमेरेर, पर्यावरण और वन्य जीवविज्ञान की एक अमेरिकी विशिष्ट टीचिंग प्रोफ़ेसर, इसकी जाँच-पड़ताल करती हैं कि कैसे अँग्रेज़ी को विज्ञान की भाषा चुनना ग़ैर-इन्सानी जीव जगत से हमारे सम्बन्धों को प्रभावित करता है। वे बताती हैं कि कैसे हम व्यक्ति सम्बन्धी सर्वनामों, जैसे he, she या they का उपयोग केवल (जीवित और मृत) इन्सानों के लिए ही करते हैं। दूसरी ओर *'बुलडोज़र, बटन, बेरियाँ और तितलियाँ, इन सभी को 'it' से सम्बोधित किया जाता है, वस्तुओं की तरह, चाहे वे निर्जीव औद्योगिक उत्पाद हों या सजीव प्राणी...।'* किमेरेर हमें आमंत्रित करती हैं यह परखने के लिए कि कैसे ग़ैर-इन्सानी जीवजगत को, महज़ अध्ययन की 'वस्तुओं' या इन्सानी इस्तेमाल के लिए 'प्राकृतिक संसाधनों' के रूप में देखने की बजाय सम्बन्धियों के रूप में देखना, विज्ञान को सीखने-सिखाने के हमारे तरीक़े को बदल देगा।

हमारे थीम सेक्शन 'शिक्षण मानो कि धरती मायने रखती है' (Teaching as if the Earth Matters) में दोनों ही लेख इस सवाल को शिक्षा के प्रति ऐसा रवैया अपनाकर खँगालते हैं जिसमें शिक्षा प्रकृति के साथ जुड़ने का व उसका ख़याल रखने का एक तरीक़ा है। नेचर क्लासरूम्स ग्रुप हमें यह पहचानने के लिए बुलाता है कि कैसे हमारी ख़ुद की पहचान का बोध हमारे इर्द-गिर्द के जीवजगत के कई क़रीबी, सीधे और रोज़मर्रा के जुड़ावों पर आधारित हो सकता है। हमारे 'इर्द-गिर्द की प्रकृति' से जुड़ी हमारी बचपन की यादें और हमारे संवेदी अनुभव, परस्परता की एक व्यक्तिगत समझ को विकसित करने के लिए कितने ज़रूरी हैं? वे एक शैक्षणिक ढाँचा और शिक्षाशास्त्र पेश करते हैं जो कि पर्यावरण विज्ञान की पाठ्यचर्या को समृद्ध बना सकता है, बच्चों को प्रकृति के साथ गहरे भावपूर्ण रिश्ते बनाने के लिए उम्र के उपयुक्त और सन्दर्भ-संगत मौक़े प्रदान करके। हमारे पिछले अंक से शुरू हुई चर्चा को जारी रखते हुए, पूर्णिमा और निशान्त हमें पृथ्वी के साथ अपने रिश्ते पर चिन्तन करने के लिए आमंत्रित करते हैं। क्या हम इसे मोटेतौर पर एक भौतिक 'स्थान' के रूप में देखते हैं — मूर्त, नापा जा सकने वाला, स्पष्ट परिभाषित सीमाओं के साथ? या फिर — एक प्रवाही 'जगह' के रूप में जो अपनी पहचान कई अपरिमेय, सजीव-निर्जीव, इन्सानी-ग़ैरइन्सानी के बीच के गतिशील रिश्तों से बनाता है? रिश्तों को परिपोषित करने वाले इस तरीक़े से, वे विज्ञान पढ़ाने के अपने अनुभव साझा करते हैं ताकि यह एक बच्चे के बड़े होने और इस विशाल दुनिया से मिलने के सफ़र का हिस्सा बन सके। विज्ञान इस तरह बच्चे के निकटतम अनुभव में ऐसे कई-कई परस्पर जुड़ावों को सामने लाने का रास्ता पेश करता है और इसके साथ ही इस बदलती दुनिया पर चर्चा करने के लिए एक ढाँचा भी सामने रखता है।

आप किस तरह विज्ञान सीखने, सिखाने और करने के इस सवाल से जूझते हैं? अपने विचार और अनुभव हमसे iwonder@apu.edu.in पर साझा करें।

चित्रा रवि
सम्पादक

अनुवाद : अतुल वाधवानी **पुनरीक्षण :** सुशील जोशी **कॉपी एडिटर :** अनुज उपाध्याय



फोटो सौजन्य
मुख्य आवरण : Rising Balloons.
साभार : Joingate.
URL: https://www.shutterstock.com/image-photo/summers-day-host-coloured-balloons-floating-72586597.

पिछला आवरण : रसायन गतिविधि।
साभार: Mr.Bee Photographer.
URL: https://www.shutterstock.com/image-photo/litmus-ph-test-paperisolated-191784578.

सलाहकार
मनोज पी., राजाराम नित्यानन्द, एस. गिरिधर तथा सुधीश वेंकटेश

प्रकाशन समन्वयक
शान्ता के.
शहनाज़ बेगम

हिन्दी अंक सम्पादक
राजेश उत्साही

हिन्दी अनुवाद
एकलव्य फ़ाउण्डेशन
समन्वय : प्रतिका गुप्ता

चित्रांकन
विद्या कमलेश

अँग्रेज़ी अंक डिज़ायन
जिंक एवं ब्रोकोली

हिन्दी अंक लेआउट एवं मुद्रक
आदर्श प्रा.लि. भोपाल
+91-755-2555442

इस अंक में

पूछें एक सवाल

पूछें एक सवाल



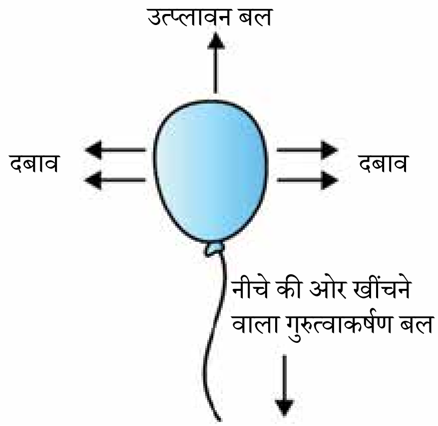
रहस्य ऊपर उठते गुब्बारे का

माधव केलकर

गुब्बारे हवा में ऊपर क्यों उठते हैं? वे कितना ऊपर जा सकते हैं? वे ज़मीन पर वापस कब आते हैं? हम इन सम्भावनाओं की जाँच कैसे करेंगे?

हवा में उड़ते गुब्बारे का नज़ारा हम में से कई लोगों के लिए बचपन की यादें ताज़ा कर सकता है। जैसे विविध आयोजनों के दौरान गैस गुब्बारों के गुच्छों की डोर को काटकर उन्हें आज़ाद करते हुए देखना। डोर टूट जाने या छूट जाने पर हवा में ऊपर जाता गुब्बारा कई बार रुला भी देता था। मुझे याद पड़ता है, मैं बचपन में ऊपर जाते गुब्बारों के पीछे दौड़ा भी हूँ, क्योंकि मुझे लगता था कि ये कुछ दूर जाकर नीचे टपकेंगे ज़रूर। लेकिन हर बार मुए नज़रों से ओझल हो जाते थे।

क्या आपने कभी सोचा है कि गैस से भरे गुब्बारे हवा में ऊपर क्यों जाते हैं? पाठ्यपुस्तकें आपको बताएँगी कि कोई वस्तु जो हवा से घिरी हो ऊपर की ओर तब उठती है, जब ऊपर उठाने वाला बल (उत्प्लावन बल) वस्तु द्वारा हटाई गई हवा के भार के कारण लगने वाले बल के बराबर होता है। लेकिन आख़िर इस गूढ़ व्याख्या का मतलब क्या है? सामान्य तापमान और वायुमण्डलीय दबाव पर एक घन मीटर हवा का भार 1250 ग्राम होता है। यानी कोई भी एक घन मीटर की वस्तु हवा में तैरेगी (buoyed), जब उसे ऊपर उठाने वाला बल 1250 ग्राम भार के बराबर हो। यदि वस्तु का भार 1250 ग्राम से ज़्यादा हुआ तो वस्तु को हवा में छोड़ते ही वह नीचे गिरेगी। यदि वस्तु का भार 1250 ग्राम से कम हुआ तो वस्तु हवा में ऊपर की ओर उठती जाएगी। यानी कि हम कह सकते हैं कि कोई भी वस्तु जिसका भार उतने ही आयतन की हवा के भार से कम हो, वह हवा में ऊपर उठेगी। जैसा कि हम दूसरी सबसे हल्की गैस हीलियम से भरे गुब्बारे में देखते हैं। इसका मतलब यह कि गुब्बारे, गैस



चित्र-1 : हीलियम गैस से भरा गुब्बारा उस ऊँचाई तक ऊपर जाता है जहाँ उत्प्लावन बल वस्तु को नीचे की ओर खींचने वाले गुरुत्वाकर्षण बल के बराबर होता है। यह जितना ऊपर जाता है, इसके बाहर का वायुदाब कम होता जाता है। जब बाहरी वायुदाब गुब्बारे के अन्दर के वायुदाब से कम हो जाता है तो गुब्बारे के अन्दर की हवा फैलने लगती है।

बॉक्स-1 : गुब्बारे उछालने का खेल

जब मैंने दूसरे गुब्बारे को अपने कमरे में छोड़ा तो मुझे एक खेल याद आया। इसके बारे में मैंने कहीं पढ़ा था। इस खेल में गैस से भरे दो-तीन गुब्बारों को कमरे में छोड़ देते हैं। गुब्बारे कमरे की छत से चिपक जाएँगे। अब इंजेक्शन की सीरिंज में पानी भरकर निशाना साधकर गुब्बारों पर पानी की फुहार छोड़नी है। गुब्बारों पर पानी की कुछ बूँदें पड़ते ही वे नीचे आने लगते हैं। गुब्बारे ज़मीन पर तब तक रहते हैं जब तक उन पर मौजूद पानी की बूँदें सूख नहीं जातीं। उसके बाद वे फिर ऊपर उठने लगते हैं। कम या ज़्यादा पानी छिड़ककर उनका रास्ता भी बदला जा सकता है। वे ऊपर उठ सकते हैं या फिर त्रिशंकु की तरह हवा में भी लटक सकते हैं। यह सोचते हुए, अगले कुछ मिनट मैं अपने कमरे में गुब्बारे से यही खेल खेलता रहा। मुझे इतना मज़ा आ रहा था कि मैंने उस सवाल पर ध्यान ही नहीं दिया जिसकी वजह से यह प्रयोग हुआ। लेकिन आप समझ ही गए होंगे कि जब तक गुब्बारे पर पानी की बूँदें रहती हैं, गुब्बारे का वज़न उसके द्वारा हटाई गई हवा के भार से ज़्यादा होता है। जैसे ही पानी वाष्पित होता है या बूँदें टपककर नीचे गिर जाती हैं, गुब्बारे का वज़न कम हो जाता है और वह छत की तरफ़ उठने लगता है।

और धागे का कुल वज़न गुब्बारे द्वारा हटाई गई हवा के भार से कम है और यही कारण है कि गैस से भरे गुब्बारे हवा में उड़ते हैं।

गैस का गुब्बारा कितने ऊपर तक जा सकता है? ये ऊपर तब तक जाएगा जब तक गुब्बारे द्वारा हटाई गई हवा का भार गुब्बारे के भार से ज़्यादा हो। जैसे-जैसे गुब्बारा ऊपर जाता है, उसके चारों तरफ़ की हवा का घनत्व कम हो जाता है। जब हटाई गई हवा का भार गुब्बारे में भरी हीलियम के बराबर हो जाएगा तो गुब्बारा और ऊपर नहीं जाएगा (पृथ्वी से लगभग 32 किलोमीटर ऊपर)। इस जगह गुब्बारे को ऊपर खींचने वाला उत्प्लावक बल उसे नीचे खींचने वाले गुरुत्वाकर्षण बल के समान हो जाएगा (**चित्र-1** देखें)।

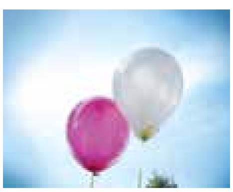
इस ऊँचाई पर पहुँचने के बाद गुब्बारे का क्या होगा? एक सम्भावना यह है कि गुब्बारे में भरी हुई गैस धीरे-धीरे रिसने लगे। ऐसा तब हो सकता है जब गुब्बारे का मुँह कसकर नहीं बँधा हो या फिर फूले हुए गुब्बारे की रबर की खिंची हुई पतली परत में सूक्ष्म छिद्र हो सकते हैं। इस स्थिति में गुब्बारा धीमी गति से ऊपर जाएगा। जब यह उस ऊँचाई पर पहुँच जाएगा जहाँ उत्प्लावक बल और गुरुत्वाकर्षण बल बराबर हो जाएँगे, तब यह रुक जाएगा। हवा में कुछ देर डोलता रहेगा और फिर नीचे आने लगेगा। इस सम्भावना को देखने के लिए, मैंने एक गुब्बारे में तीन फीट लम्बा धागा जोड़कर उसे छत की रेलिंग से बाँध दिया। गुब्बारे से बँधा धागा तना हुआ था। गुब्बारा थोड़ा यहाँ-वहाँ डोलता था, लेकिन सिर ताने खड़ा था। मैंने दूसरे गुब्बारे को घर के कमरे में छोड़ दिया (**बॉक्स-1** देखें)। जैसे ही उसे छोड़ा, गुब्बारा छत से जा चिपका। मैंने तय किया कि इन्हें एक दिन के लिए यूँ ही रहने दिया जाए, कुछ समय बाद फिर अवलोकन करना चाहिए। अगले दिन तक, दोनों गुब्बारे नर्म हो गए थे यानी कि उनके अन्दर से गैस रिस गई थी। इससे पहली सम्भावना की पुष्टि होती है।

एक और सम्भावना यह है कि गुब्बारा ऊपर आसमान में जाकर फूट जाएगा। ऊपर की ओर जाने के साथ-साथ गुब्बारे के भीतर और बाहर के दबाव में अन्तर बढ़ता जाएगा, क्योंकि बाहरी वातावरण का दबाव ऊँचाई बढ़ने के साथ लगातार कम होता जाता है। यानी कि गुब्बारे के भीतर का दबाव गुब्बारे के बाहर के दबाव से ज़्यादा होगा। ऐसी स्थिति में गुब्बारे के भीतर की गैस बाहर आने की कोशिश करेगी और गुब्बारा थोड़ा कमज़ोर हुआ तो फूट जाएगा। गुब्बारा मोटी-मज़बूत रबर का हुआ तो फूटने की नौबत तुरन्त नहीं आएगी। यह इस बात पर भी निर्भर करेगा कि गुब्बारे की ऊँचाई बढ़ने के साथ दबाव में अन्तर कितना बढ़ता है। इस सम्भावना का जायज़ा लेने के लिए मुझे ऊँचाई से एक गुब्बारा आसमान में छोड़ना होगा। मैंने एक गुब्बारे को धागे समेत समुद्र के स्तर से 300 मीटर की ऊँचाई पर छोड़ दिया। गुब्बारा पहले कुछ दूर ऊपर की ओर उठता हुआ जाता रहा, फिर शायद हवा के बहाव के कारण मुझसे दूर जाने लगा। कुछ देर मैंने खिलौना दूरबीन की मदद से गुब्बारे पर अपनी नज़र गड़ाए रखी। जब तक मैं उसे देख पाया, वह फूटा नहीं था। दूसरी बात जो मेरा एहसास भी हो सकता है, एक हद के

बाद गुब्बारा और ऊपर उठता महसूस नहीं हुआ।

अभी भी मैं ऐसा कोई तरीक़ा नहीं सोच पा रहा हूँ जिसमें गुब्बारे को ख़ुद ऊँचाई तक लेकर जाऊँ और इस बात को देख सकूँ कि गुब्बारा कम दबाव के हालात में फूटता है या नहीं। जिस जगह मैं गुब्बारे सम्बन्धी प्रयोग करके देख रहा हूँ उसकी ऊँचाई समुद्र सतह से लगभग 300 मीटर है। यहाँ हवा का दबाव 734 मिमी पारे के बराबर है। यदि गुब्बारा 50 मीटर ऊँचाई तक जाता है यानी 350 मीटर की ऊँचाई पर चला जाए तो इस ऊँचाई पर हवा का दबाव 730 मिमी पारे के बराबर होगा। (इन ऊँचाइयों के लिए हवा के दबाव की गणना मैंने : http://www.altitude.org वेबसाइट पर मौजूद केल्कुलेटर की मदद से की है। इसमें किसी जगह के अक्षांश-देशान्तर, हवा के तापमान, हवा में नमी आदि को ध्यान में रखा है या नहीं, मालूम नहीं।)। यानी अन्तर तो है लेकिन इस अन्तर से गुब्बारा फूटेगा या नहीं इसे जानने का फ़िलहाल मुझे कोई तरीक़ा नहीं सूझ रहा है। यदि आप मेरी कुछ मदद कर पाएँ तो प्रयोग को आगे बढ़ाने में मदद मिलेगी।

मुख्य बिन्दु



- हीलियम गैस से भरा गुब्बारा ऊपर उठता है। क्योंकि गुब्बारा जिस रबर से बना है उसका भार, उसमें भरी गैस और उससे बँधी डोरी का मिला-जुला भार फूले हुए गुब्बारे द्वारा हटाई गई वायु के भार से कम होता है।
- गुब्बारा हवा में तब तक ऊपर उठता रहेगा जब तक गुब्बारे द्वारा हटाई गई हवा का भार गुब्बारे के भार के बराबर न हो जाए।
- जैसे-जैसे गुब्बारा ऊपर जाता है, उसके बाहर का वायुदाब अन्दर के वायुदाब की तुलना में कम होता जाता है। गुब्बारा ज़मीन पर नीचे आएगा या ऊपर ही फूट जाएगा यह इस पर निर्भर करता है कि समुद्रतल से उसकी ऊँचाई कितनी है, गुब्बारे की रबर की गुणवत्ता कैसी है और वह कितना कसकर बँधा है।

Notes:

1. This article was first published in response to a Sawaliram question in Sandarbh, Issue 88, pg 21-25. URL: https://www.eklavya.in/magazine-activity/sandarbh-magazines/250-sandarbh-from-issue-81-to-90/sandarbh-88/978-sawaliram-88.
2. Source of the image used in the background of the article title: Helium Balloons. Credits: stux, Pixabay. URL: https://pixabay.com/photos/balloon-helium-air-flying-bright-3360126/. License: CC0.

माधव केलकर *शैक्षणिक संदर्भ* पत्रिका की सम्पादकीय टीम का हिस्सा हैं। वे एकलव्य के होशंगाबाद, मध्य प्रदेश स्थित केन्द्र के केन्द्र प्रभारी भी हैं। उनसे madhav.kelkar@eklavya.in पर सम्पर्क किया जा सकता है।

अनुवाद : अनमोल जैन **पुनरीक्षण :** प्रतिका गुप्ता **कॉपी एडिटर :** अनुज उपाध्याय



पौधों में जल हानि

किशोर पंवार

पौधों में जल की हानि कैसे होती है? वाष्पोत्सर्जन और बिन्दुस्राव में क्या अन्तर होता है? क्या पौधे इन प्रक्रियाओं का नियमन कर सकते हैं? ये प्रक्रियाएँ पौधे की जीवन क्रियाओं को कैसे प्रभावित करती हैं?

यद्यपि अधिकांश स्थलीय पौधे मिट्टी से बड़ी मात्रा में जल सोखते हैं, इस जल का केवल एक छोटा अंश ही उनकी वृद्धि और विकास के लिए उपयोग में लाया जाता है। शेष जल पौधे के वायवीय अंगों से निकलकर पर्यावरण में चला जाता है। जल की यह हानि दो प्रक्रियाओं वाष्पोत्सर्जन (Transpiration) तथा बिन्दुस्राव (Guttation) के माध्यम से होती है। पत्तियाँ इन दोनों प्रक्रियाओं में महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाती हैं।

वाष्पोत्सर्जन

वाष्पोत्सर्जन उस प्रक्रिया को कहते हैं जिसमें पौधे की जड़ों के द्वारा सोखा गया लगभग 80-90 प्रतिशत जल वाष्प बनकर पौधे के वायवीय अंगों पर स्थित रन्ध्र (Stomata) नामक विशिष्ट छिद्रों से निकल जाता है (देखें **बॉक्स-1**)। यद्यपि रन्ध्रों की संख्या, साइज़ और वितरण में काफ़ी अन्तर हो सकता है, लेकिन वे सबसे अधिक संख्या में पत्तियों पर पाए जाते हैं।

जल की हानि की दर और मात्रा का नियमन दिन के किसी समय गैस विनिमय हेतु खुले हुए रन्ध्रों की संख्या के द्वारा होता है। इसका तात्पर्य यह होता है कि दिन में, सूर्य के प्रकाश की उपस्थिति में वाष्पोत्सर्जन की दर सबसे अधिक होती है। इसका यह भी तात्पर्य है कि इस जल हानि का अधिकांश भाग पत्तियों के माध्यम से होता है। पत्ती की संरचना के कारण पौधे की स्थिति 'इधर खाई और उधर कुआँ' जैसी हो जाती है। एक ओर, पत्ती पर रन्ध्रों की अधिक संख्या के कारण वाष्पोत्सर्जन के माध्यम से जल की अपरिहार्य हानि होती है (देखें **बॉक्स-2**)। वहीं, दूसरी ओर, रन्ध्र और पत्ती के भीतर

बॉक्स-1 : रन्ध्र (Stomata) क्या होते हैं?

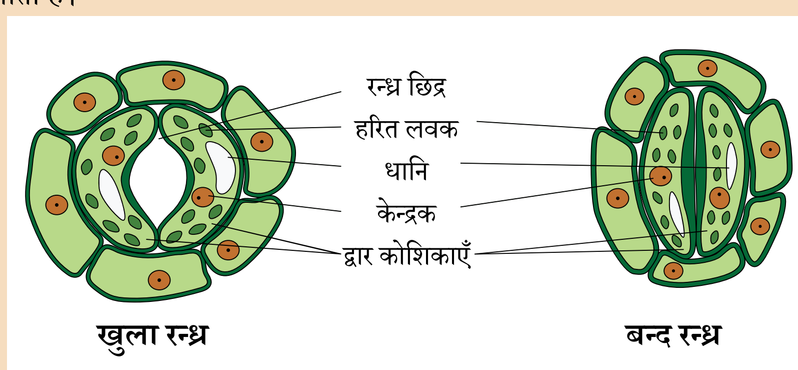
रन्ध्र पौधे के तने, पत्तियों तथा फूलों की बाहरी सतह पर पाए जाते हैं। प्रत्येक रन्ध्र की संरचना निम्नानुसार होती है :

(क) एक छिद्र जिसमें से पौधे और उसके पर्यावरण के बीच गैसों (जैसे जल वाष्प, ऑक्सीजन तथा कार्बन-डाईऑक्साइड) का आदान-प्रदान होता है।

(ख) दो विशिष्टीकृत अधिचर्म (Epidermis) कोशिकाएँ जो छिद्र के इर्द-गिर्द स्थित होती हैं और उसके खुलने तथा बन्द होने का नियमन करती हैं। इन कोशिकाओं को **द्वार कोशिकाएँ (Guard cells)** कहते हैं। जब जल भर जाने के कारण कोशिकाएँ तन जाती हैं तब वे खिंचकर छिद्र से दूर हो जाती हैं और उसे गैस विनिमय के लिए खोल देती हैं। जब यह कोशिकाएँ शिथिल हो जाती हैं तब रन्ध्र बन्द हो जाता है।

(ग) **अधोरन्ध्र गुहा (Substomatal cavity)** या **श्वसन प्रकोष्ठ (Respiratory chamber)**। इस गुहा के कारण पौधे के आन्तरिक ऊतकों और उसके बाहरी पर्यावरण के बीच ऑक्सीजन, कार्बन-डाईऑक्साइड तथा जल वाष्प का विनिमय तेज़ी से हो पाता है।

जहाँ प्रकाश की कुछ तरंग-दैर्ध्यों के प्रभाव से रन्ध्र खुल जाते हैं, वहीं जल संकट, उच्च तापमान और कार्बन-डाईऑक्साइड की उच्च सान्द्रता के प्रभाव से रन्ध्र बन्द हो सकते हैं। उदाहरण के लिए, सूर्य के प्रकाश के प्रभाव से अधिकांश पौधों के रन्ध्र दिन के समय पूरी तरह खुल जाते हैं और इसके कारण प्रकाश संश्लेषण के लिए आवश्यक कार्बन-डाईऑक्साइड का अन्तर्ग्रहण सुगम हो जाता है। सूर्य के प्रकाश की अनुपस्थिति में रन्ध्र बन्द हो जाते हैं और इसके कारण वाष्पोत्सर्जन से होने वाली जल हानि कम हो जाती है। इसी कारण से आमतौर पर माना जाता है कि रात के समय रन्ध्र पूरी तरह बन्द रहते हैं। यदि ऐसा होता तो पौधे श्वसन कर ही नहीं पाते। किन्तु हम जानते हैं कि प्रकाश संश्लेषण के विपरीत पौधे सूर्य के प्रकाश के अभाव में भी श्वसन करते रहते हैं। यह कैसे हो पाता है? रात के समय में आंशिक रूप से खुले रन्ध्रों के माध्यम से पौधे बहुत धीमी दर से श्वसन करते हैं। काष्ठीय पौधों तथा पेड़ों में गैस विनिमय अनेक विशिष्ट, उभरे हुए वातरन्ध्र (Lenticel) नामक छिद्रों से भी होता है जो उनकी छाल पर पाए जाते हैं। एक रोचक तथ्य यह है कि कुछ गूदेदार पौधों के रन्ध्र **(तिमिरसक्रिय रन्ध्र, Scotoactive stomata)** रात के समय पूरी तरह खुले रहते हैं और दिन के समय अधिकांशतः बन्द रहते हैं। इन पौधों में प्रकाश संश्लेषण के लिए आवश्यक कार्बन-डाईऑक्साइड रात के समय अवशोषित कर ली जाती है। इसे कार्बनिक अम्लों में परिवर्तित करके धानियों में संग्रहित कर लिया जाता है और फिर दिन के समय प्रकाश संश्लेषण के लिए उपयोग में लाया जाता है। इससे गर्म और शुष्क जलवायु में पाए जाने वाले गूदेदार पौधों में वाष्पोत्सर्जन से होने वाली जल हानि की मात्रा कम हो जाती है।



द्वार कोशिकाएँ रन्ध्र के खुलने और बन्द होने को नियंत्रित करती हैं।

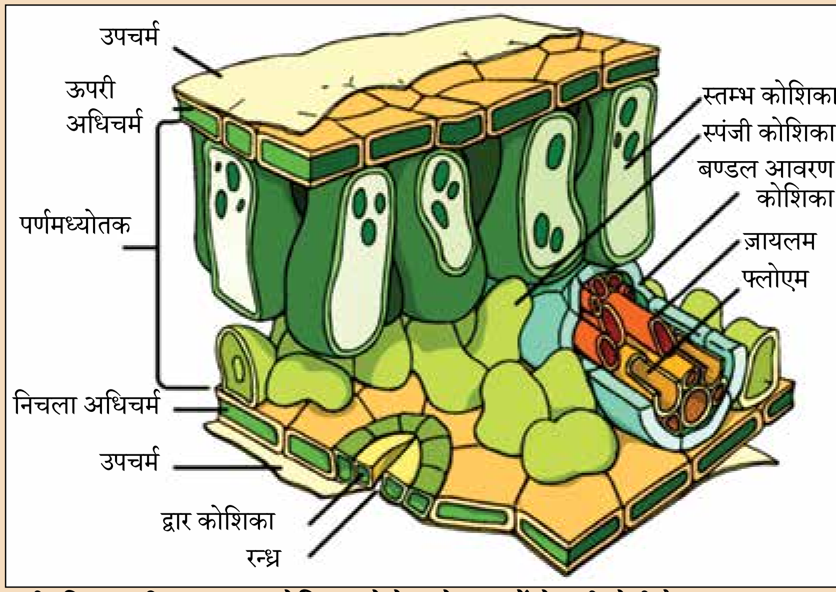
स्थित अन्तरकोशिकीय अवकाश और वायु कोटर मिलकर प्रकाश संश्लेषण तथा श्वसन के लिए आवश्यक गैसों (ऑक्सीजन तथा कार्बन-डाइआक्साइड) के आदान-प्रदान को सुगम बनाते हैं। अर्थात रन्ध्रों के बन्द होने से वाष्पोत्सर्जन के कारण होने वाली जल हानि सीमित हो सकती है, किन्तु इससे गैसों के विनिमय में अवरोध के कारण प्रकाश संश्लेषण की दर और श्वसन की दर पर विपरीत प्रभाव पड़ सकता है।

वाष्पोत्सर्जन से पौधे का कामकाज किस प्रकार प्रभावित होता है? यह पत्तियों के

बॉक्स-2 : पत्तियों में वाष्पोत्सर्जन कैसे होता है?

पत्ती को तने के एक पार्श्वीय, चपटे, पतले और प्रायः हरे उपांग के रूप में परिभाषित किया जाता है जिसमें निम्नलिखित स्तर होते हैं :

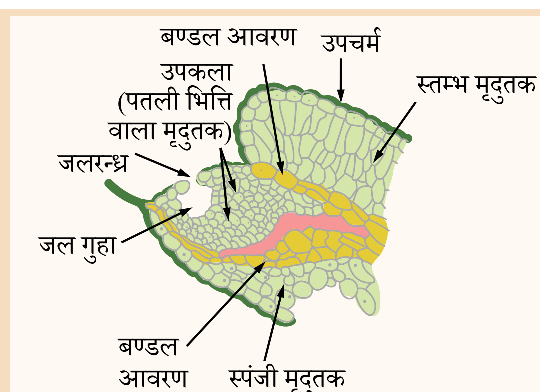
- पत्ती की ऊपरी और निचली सतहों पर सबसे बाहर के स्तर को **उपचर्म (Cuticle)** कहते हैं। यह स्तर **क्यूटिन** नामक एक मोमी तथा लगभग पूरी तरह जलरोधी पदार्थ से बना होता है।
- उपचर्म के नीचे का स्तर **अधिचर्म (Epidermis)** होता है जो अधिचर्म कोशिकाओं के एक स्तर से बना होता है। किन्तु बहुत गर्म या बहुत ठण्डी परिस्थितियों में रहने वाले पौधों में अधिचर्म कोशिकाओं के एक-से अधिक स्तर हो सकते हैं। अधिचर्म का प्रमुख कार्य संक्रमण से पौधे की सुरक्षा करना होता है। इसी स्तर में रन्ध्र भी स्थित होते हैं। द्विबीजपत्री पौधों की पत्तियों की निचली सतह पर रन्ध्र अधिक संख्या में पाए जाते हैं और एकबीजपत्री पौधों की पत्तियों की दोनों सतहों पर रन्ध्रों की संख्या लगभग बराबर होती है।
- ऊपरी तथा निचले अधिचर्म के बीच में पाए जाने वाले हरे रंग के ऊतक को **पर्णमध्योतक (Mesophyll)** कहते हैं। यह स्तर दो प्रकार की कोशिकाओं — **स्तम्भ मृदुतक (Pallisade parenchyma)** तथा **स्पंजी मृदुतक (Spongy parenchyma)** से बना होता है। स्तम्भ ऊतक सघन कोशिकाओं का स्तर होता है जिसमें अन्तरकोशिकीय अवकाश नहीं होते। इसका प्रमुख कार्य प्रकाश संश्लेषण होता है। स्पंजी ऊतक अनियमित आकृति वाली कोशिकाओं से बना होता है जिनके बीच में अनेक अन्तरकोशिकीय अवकाश तथा वायु कोटर होते हैं जो अधिचर्म में स्थित अधोरन्ध्र गुहाओं से जुड़े होते हैं। इस स्तर का प्रमुख कार्य गैसों, शर्कराओं तथा अमीनो अम्लों का संग्रहण होता है।
- पत्ती की शिरा प्रकाश संश्लेषक कोशिकाओं के सघन आवरण से बनी होती है जिसके भीतर **ज़ायलम वाहिकाएँ (Vessels)** और **फ्लोएम नलिकाएँ (Tubes)** मिलकर एक संरचना का निर्माण करती हैं जिसे **संवहन बण्डल (Vascular bundle)** कहते हैं। ज़ायलम वाहिकाएँ **ज़ायलम रस (Xylem sap)** (जल तथा उसमे घुलित खनिज) को मिट्टी से पत्तियों तक लाती हैं जबकि फ्लोएम नलिकाएँ शर्कराओं, अमीनो अम्लों तथा कुछ हॉरमोन्स को पत्तियों से पौधे के अन्य भागों तक पहुँचाती हैं।



पत्ती की आन्तरिक संरचना कोशिकाओं के अनेक स्तरों से बनी होती है।

बॉक्स-3 : जलरन्ध्र क्या होते हैं?

जलरन्ध्र पत्ती के अधिचर्म में एक छिद्र होता है जो उपचर्म के द्वारा आच्छादित नहीं होता है और इसके निकट अधिचर्म में एक गुहा होती है जो अधोरन्ध्र गुहा के समान होती है। जलरन्ध्र रन्ध्रों से साइज़ में बड़े होते हैं और पूरे समय खुले रहते हैं। जलरन्ध्र टमाटर, जलकुम्भी, गुलाब, स्ट्रॉबेरी और अनेक घास की पत्तियों के किनारों और सिरों पर पाए जाते हैं।



जलरन्ध्र वे छिद्र होते हैं जो उपचर्म से आच्छादित नहीं होते और जो पत्तियों के सिरों तथा किनारों पर पाए जाते हैं।

बॉक्स-4 : ओस और बिन्दुस्राव के बीच अन्तर कैसे पता करें?
चूँकि बिन्दुस्राव रात में और प्रातः होता है, उसे प्रायः त्रुटिवश ओस मान लिया जाता है।
इनमें दो महत्त्वपूर्ण अन्तर निम्नानुसार हैं :

1. ओस की बूँदें साइज़ में छोटी होती हैं और पत्तियों तथा पौधे की खुली सतह पर सर्वत्र वितरित होती हैं। जबकि बिन्दुस्राव की बूँदें बड़ी होती हैं और पत्तियों के केवल सिरों तथा किनारों से स्रावित होती हैं।
2. ओस की बूँदें वातावरण में स्थित वह जल होता है जो ठण्डी सतह पर संघनित हो जाता है। बिन्दुस्राव पौधे के भीतर स्रावित ज़ायलम रस होता है।



बाल्सम की पत्ती से बिन्दुस्राव के द्वारा ज़ायलम रस का स्राव

भीतर वाष्पोत्सर्जन खिंचाव (Transpiration pull) नामक एक ऋणात्मक जल दाब प्रवणता बनाता है। यह प्रवणता ज़ायलम रस को जड़ों से पत्तियों की ओर खींचती है जहाँ इसका उपयोग प्रकाश संश्लेषण के लिए किया जाता है। इसके साथ ही, मिट्टी में स्थित जल जड़ों में खिंचता है। दूसरे शब्दों में, वाष्पोत्सर्जन के कारण ही जड़ों द्वारा अवशोषित जल बहुत ऊँचे पेड़ों के सिरे तक पहुँच पाता है। इस प्रक्रिया से पत्तियों की सतह का तापमान भी कम हो जाता है जो प्रकाश संश्लेषण जैसी चयापचयी गतिविधियों के सुचारू संचालन के लिए लगभग इष्टतम होता है।

पत्तियों से वाष्पोत्सर्जन दो चरणों में होता है :

1. मध्योतक कोशिकाओं से जल का विसरण अन्तरकोशिकीय अवकाशों, वायु कोटरों और अधोरन्ध्र गुहाओं में होता है। हम जानते हैं कि जड़ों द्वारा अवशोषित जल ज़ायलम वाहिकाओं के एक महीन जालक के माध्यम से पत्तियों तक पहुँचता है। मध्योतक कोशिकाओं के फूल जाने पर कुछ जल वाष्प के रूप में अन्तरकोशिकीय अवकाशों में विसरित हो जाता है।
2. जल वाष्प का अन्तरकोशिकीय अवकाशों, वायु गुहाओं तथा मध्योतक में स्थित अधोरन्ध्र कोष्ठों से बाहरी वातावरण में विसरण : जब अन्तरकोशिकीय अवकाश तथा मध्योतक में स्थित वायु कोटर जल वाष्प से सन्तृप्त हो जाते हैं तब पत्ती के भीतर का वाष्पदाब बाहरी वातावरण के वाष्पदाब से अधिक हो जाता है। इस प्रक्रिया की गति इस पर निर्भर करती है कि बाहरी वातावरण कितना गर्म और शुष्क है। यह जितना अधिक गर्म और शुष्क होता है उतनी जल्दी पत्ती के भीतर का वाष्पदाब उसके वातावरण के वाष्पदाब से अधिक हो जाता है। दाब में इस अन्तर के कारण जल वाष्प रन्ध्रों में से होकर वातावरण में विसरित होने लगती है। यह प्रक्रिया तब तक जारी रहती है जब तक पत्ती के भीतर और बाहर के वाष्पदाब में साम्यावस्था स्थापित नहीं हो जाती। साम्यावस्था तक पहुँचने की गति इस पर निर्भर करती है कि पौधे के बाहर का वातावरण कितना नम है। वातावरण जितना अधिक नम होता है उतनी जल्दी साम्यावस्था स्थापित हो जाती है।

बिन्दुस्राव

बिन्दुस्राव वह प्रक्रिया है जिसमें पौधा अतिरिक्त जल को ज़ायलम रस के रूप में **जल रन्ध्र (hydathodes)** नामक विशिष्ट छिद्रों से उत्सर्जित करता है (देखें **बॉक्स-3**)।

बिन्दुस्राव उन परिस्थितियों में होता है जहाँ मिट्टी गर्म होती है, जल का अन्तरग्रहण अत्यधिक होता है किन्तु नमी के कारण वाष्पोत्सर्जन सीमित होता है। वाष्पोत्सर्जन के विपरीत, यह प्रक्रिया प्रायः रात में या प्रातः जल्दी होती है (देखें **बॉक्स-4**)। जड़ों के द्वारा एक धनात्मक जल दाब प्रवणता का निर्माण किया जाता है जिसके प्रभाव से ज़ायलम रस पत्तियों तक पहुँचता है। संवहन बण्डल में स्थित ज़ायलम वाहिकाओं के द्वारा यह रस निकटस्थ गुहा में छोड़ दिया दिया जाता है। जब यह गुहा पूरी तरह भर जाती है तब यह रस पत्तियों में से स्रावित कर दिया जाता है। कभी-कभी इस रस के सूखने पर पत्तियों पर एक सफ़ेद पपड़ी दिखाई देती है। इस प्रकार, बिन्दुस्राव जड़ों के दाब का प्रत्यक्ष प्रमाण प्रस्तुत करता है।

बिन्दुस्राव पौधे के कामकाज को कैसे प्रभावित करता है? इस प्रक्रिया के कारण ही जड़ों में निम्न जल विभव बना रहता है जिसके कारण वे मिट्टी से जल और उसमें घुले हुए खनिजों को सोख पाते हैं। किन्तु वाष्पोत्सर्जन के विपरीत, इस प्रक्रिया का पत्ती की सतह के तापमान पर कोई प्रभाव नहीं होता।

मुख्य बिन्दु



- पौधों में उनकी जड़ों द्वारा अवशोषित अधिकांश जल की हानि वाष्पोत्सर्जन तथा बिन्दुस्राव से होती है।
- वाष्पोत्सर्जन जल की वह हानि है जो पौधे के वायवीय भागों पर स्थित रन्ध्रों से जल वाष्प के रूप में होती है। दिन में वाष्पोत्सर्जन की दर अधिक होती है और यह अधिकतर पत्तियों से होता है।
- ज़ायलम रस के रूप में पत्तियों के सिरों तथा किनारों पर स्थित जलरन्ध्रों के माध्यम से होने वाली अनियंत्रित जल की हानि बिन्दुस्राव है। बिन्दुस्राव की उच्चतम दर रात में तथा प्रातः होती है।

Notes:

1. More details about measuring transpiration rate using a low-cost potometer can be found in another article ('My experiences with a Potometer') by the same author in the June 2021 issue of iwonder... (URL: http://publications.azimpremjifoundation.org/2848/), and the recording of an online discussion ('Experiences with a Potometer') with him (URL: https://www.youtube.com/watch?v=FzH43W89E2g).
2. Source of the image used in the background of the article title: Guttation on a rose leaf. Credits: Buntysmum, Pixabay. URL: https://pixabay.com/photos/leaf-foliage-rose-plant-dew-drops-5257161/. License: CC0.



किशोर पंवार होलकर विज्ञान महाविद्यालय, इन्दौर से सेवानिवृत्त वनस्पति विज्ञान के प्राध्यापक हैं। उनकी रुचि तथा कार्यक्षेत्र पर्यावरण विज्ञान है। डॉ. पंवार शिक्षक प्रशिक्षण में सक्रिय रूप से भाग लेते हैं। उन्होंने शिक्षकों तथा विद्यार्थियों के लिए अनेक सुगम वैज्ञानिक प्रयोग विकसित किए हैं। उन्होंने लोक विज्ञान पर छह पुस्तकें लिखी हैं। उनके लेख विभिन्न पत्रिकाओं तथा समाचार पत्रों में प्रकाशित होते रहते हैं। उनसे kishore.panwar@gmail.com पर सम्पर्क किया जा सकता है।

अनुवाद : अमेय कान्त **पुनरीक्षण :** सुशील जोशी **कॉपी एडिटर :** अनुज उपाध्याय

समीक्षा



अ न्यू होम फ़ॉर अजीरी

सुजाता पद्मनाभन

यह किस बारे में है?

अ न्यू होम फ़ॉर अजीरी की कहानी कच्छ से है और 8 से 10 साल के बच्चों के लिए एक मनोरंजक कहानी है। अजीरी एक हिरण का छौना (बच्चा) है जो कुत्तों के झुण्ड द्वारा घायल कर दिया जाता है और अपनी माँ से बिछड़ जाता है। तब उसे वापिस तन्दुरुस्त बनाने का काम शिवम् नाम का एक छोटा लड़का और उसके पिता मिलकर करते हैं। शिवम् के पिता जानते हैं कि घायल जानवरों का इलाज कैसे करना है। बाद में उसकी देखभाल एक छोटी लड़की मिट्ठी और उसके पशुपालक परिवार के द्वारा की जाती है। कहानी का अन्त — अजीरी और उसकी माँ के मिलन के कुछ नाटकीय दृश्यों और अजीरी द्वारा चिंकारा के झुण्ड पर गोली चलाने वाले शिकारी पर प्रतिक्रिया के साथ होता है।

दो मूल्य — **देखभाल** और **विश्वास** — इस कहानी की बुनियाद हैं।

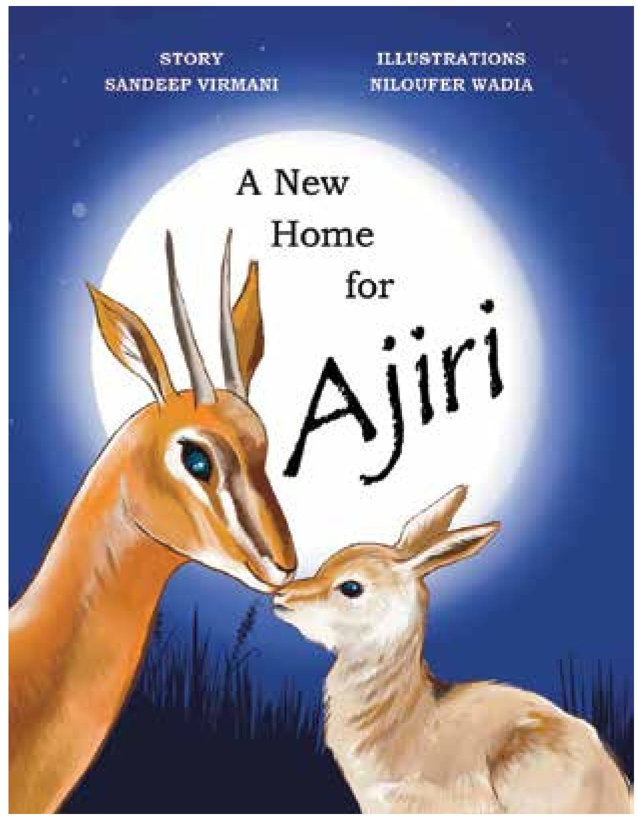
इस कहानी के सभी मानव पात्र (बेशक शिकारी को छोड़कर) अपनी कई हरक़तों और निर्णयों से अजीरी के प्रति स्नेह का प्रदर्शन करते हैं। और इसके चलते अजीरी मनुष्यों पर विश्वास करने लगती है... और इस हद तक (या इतना विश्वास) कि वह शिकारी के प्रति उसकी प्रतिक्रिया को दिशा देता है।

बच्चों के साथ चर्चा करें

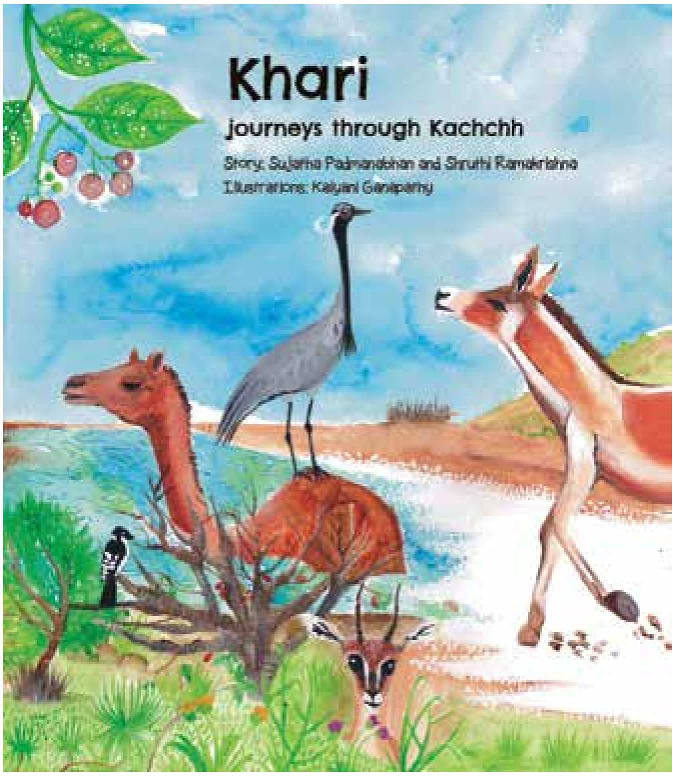
दोनों ही मूल्य बच्चों के साथ अच्छी चर्चा का विषय और विचार के बिन्दु हो सकते हैं।

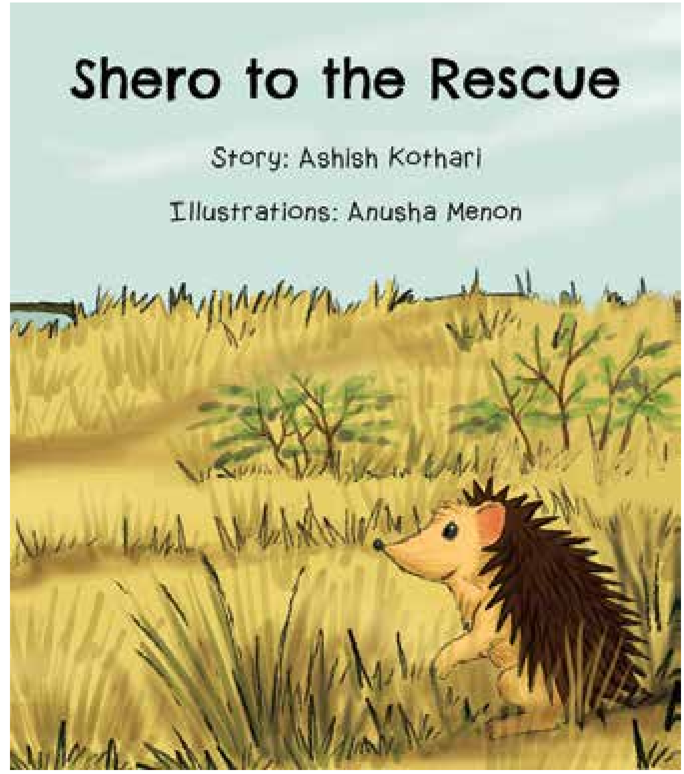
यहाँ देखभाल से जुड़े कुछ चर्चा के बिन्दु दिए हैं :

- उन्हें कब ऐसा लगा है कि उनके घर वाले या दोस्त उनकी देखभाल करते हैं? जब उनके परिवार के लोग या दोस्त उनकी देखभाल करते हैं तो कैसा लगता है?



- उन्होंने कब किसी की देखभाल की? ऐसी स्थिति में उन्हें कैसा लगता है?
- क्या उनके पास कोई पालतू जानवर है? वे उसकी देखभाल कैसे करते हैं?
- जंगली जानवरों की देखभाल के कौन-से अलग-अलग तरीक़े हैं?
- पेड़-पौधों के बारे में क्या लगता है? क्या पेड़-पौधों की देखभाल करना जंगली जानवरों की देखभाल करने से अलग होता है? क्या अलग-अलग जीवों की देखभाल करने के तरीक़े और स्तर अलग-अलग हैं?





विश्वास मूल्य के लिए चर्चा के कुछ बिन्दु —

- क्या वे ऐसे उदाहरण (मौक़े) बता सकते हैं जब उन्हें महसूस हुआ कि उनके आस-पास के बड़े लोग उन पर भरोसा करते हैं? जब उन पर भरोसा किया गया तो कैसा लगता है? क्या उन्हें अपने दोस्तों पर भरोसा है? वे इसे कैसे जताते हैं?
- क्या उन्होंने जानवरों का भरोसा महसूस किया है? ये पालतू जानवर थे या जंगली? इस भरोसे से उन्हें कैसा महसूस हुआ?

यह कहानी कच्छ और वहाँ के वन्यजीवों की कुछ झलकियाँ प्रस्तुत करती है। इसके साथ-ही-साथ यह वहाँ रहने वाले घुमन्तू पशुपालकों और उनकी सादी जीवनशैली की भी कुछ झलक प्रस्तुत करती है। क़िताब के अन्त में वन्यजीवों से सम्बन्धित कानून के तहत आने वाले नियमों/ प्रावधानों पर प्रकाशकों का एक नोट है। इस नोट का उपयोग बच्चे यह सोचने के लिए कर सकते हैं कि अगर उन्हें कोई जंगली जानवर घायल मिलता है तो उन्हें क्या करना चाहिए।

अभी और है —

पहली कहानी की किताब का शीर्षक है **खारी जर्नीस थ्रू कच्छ**। यह कहानी खारी नामक डेमोइसेल सारस (कुरजा) की यात्रा के माध्यम से बच्चों को कच्छ के विभिन्न पारिस्थितिकी तंत्रों से अवगत कराती है। यह खारी की पहली प्रवासी यात्रा है। दूसरी कहानी की किताब है *शेरो टू दी रेस्क्यू*। यह कहानी बच्चों को इन पारिस्थितिकी तंत्र में रहने कई जंगली जानवरों से परिचित कराती है जिसमें नायक एक शेरो नाम की साही है। ये दोनों क़िताबें पहले गुजराती में प्रकाशित हुई थीं।

तीनों किताबें एक एनजीओ (NGO) द्वारा एक बड़े कार्यक्रम के तहत सरकारी स्कूल के बच्चों के लिए स्थानीय पर्यावरणीय शैक्षिक सामग्री तैयार करने के लिए लिखी गई हैं। हमें उम्मीद है कि ये तीनों किताबें न सिर्फ़ स्थानीय स्तर पर बल्कि भारत के अन्य हिस्सों में बच्चों के लिए चल रहे रीडिंग कार्यक्रमों में नए आयाम जोड़ेंगी।

कैसे ऑर्डर करें

किताब को मँगवाने के लिए हमारे स्टोर kalpavriksh.org पर जाएँ या kvbooks@gmail.com पर लिखें।

नोट : तीनों किताबें अँग्रेज़ी में हैं।

सुजाता पद्मनाभन कल्पवृक्ष की सदस्य हैं और वन्यजीव, प्रकृति तथा पर्यावरण पर आधारित बाल साहित्य का प्रकाशन सम्भालती हैं। उन्होंने बच्चों के लिए कई क़िताबें लिखी हैं और स्कूलों के लिए शैक्षणिक सामग्री भी विकसित की है। उनसे sujikahalwa@gmail.com पर सम्पर्क किया जा सकता है।
अनुवाद : ख़ुशबू द्विवेदी **पुनरीक्षण :** सुशील जोशी **कॉपी एडिटर :** अनुज उपाध्याय



ज़्यादा शक्तिशाली आबन्ध

अदिति चन्द्रशेखर

सहसंयोजी यौगिक, आयनिक यौगिकों की तुलना में कम तापमान पर पिघलते हैं। क्या इसका मतलब यह है कि सहसंयोजी आबन्ध, आयनिक आबन्धों से कमज़ोर होते हैं?

हम जानते हैं कि सोडियम क्लोराइड जैसे आयनिक या ध्रुवीय यौगिकों के गलनांक 1000°C के आस-पास होते हैं। दूसरी ओर पानी, हाइड्रोक्लोरिक अम्ल और क्लोरोफॉर्म जैसे अनायनिक या अध्रुवीय यौगिक इससे कहीं कम तापमान पर पिघलते हैं। अक्सर विद्यार्थी इसका अर्थ यह समझते हैं कि आयनिक आबन्ध सहसंयोजी आबन्धों से अधिक मज़बूत होते हैं। यह बात सही होती, बशर्ते कि किसी आयनिक यौगिक के पिघलने पर आयनिक आबन्ध कमज़ोर हो जाता हो और किसी अध्रुवीय अणु के पिघलने पर सहसंयोजी आबन्ध कमज़ोर हो जाता हो। किन्तु, क्या सचमुच ऐसा है?

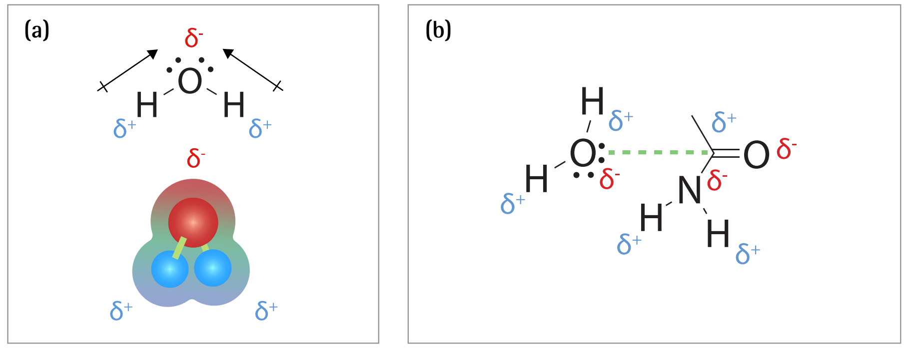


चित्र-1 : धनात्मक और ऋणात्मक आयनों के विन्यास को दर्शाने वाले आयनिक जालक का एक चित्रात्मक निरूपण।

पिघलने के दौरान कौन–सा आबन्ध कमज़ोर पड़ता है या टूटता है?

हम जानते हैं कि NaCl जैसे आयनिक या ध्रुवीय ठोस अपने धनात्मक (Na^{+}) और ऋणात्मक (Cl–) आयनों के विशाल जालक [lattices] हैं जिन्हें उनके बीच मौजूद शक्तिशाली स्थिर-विद्युत [electrostatic] बलों द्वारा एक साथ रखा जाता। इन ठोस पदार्थों के पिघलने के दौरान यही स्थिर-विद्युत बल कमज़ोर हो जाते हैं (**चित्र-1** देखें)। आयनिक ठोस पदार्थों को पिघलाने के लिए जितनी अधिक ऊर्जा की आवश्यकता होती है, उसी से हम यह अनुमान लगा सकते हैं कि ये स्थिर-विद्युत बल बहुत शक्तिशाली हैं।

हम जानते हैं कि H_2O जैसे अध्रुवीय अणुओं में परमाणु सहसंयोजी आबन्ध द्वारा एक-दूसरे से बन्धे रहते हैं। सहसंयोजी आबन्ध इलेक्ट्रॉन जोड़ियों के साझा होने से बनते हैं (**चित्र-2** देखें)। लेकिन अपेक्षाकृत छोटे हाइड्रोजन परमाणु के नाभिक में मौजूद एकल इलेक्ट्रॉन की तुलना में अपेक्षाकृत बड़े ऑक्सीजन परमाणु के नाभिक में उपस्थित 8 प्रोटॉन इस साझा इलेक्ट्रॉन जोड़ी पर ज़्यादा आकर्षण बल आरोपित करते हैं। परिणाम यह होता है कि साझा इलेक्ट्रॉन की जोड़ी ऑक्सीजन परमाणु के अधिक निकट रहती है और ऑक्सीजन पर आंशिक ऋणावेश तथा हाइड्रोजन पर आंशिक धनावेश पैदा हो जाता है। ऐसे सहसंयोजी आबन्धों को ध्रुवीकृत सहसंयोजी आबन्ध कहते हैं। इस स्थिति में होता यह है कि ऑक्सीजन पर उपस्थित ऋणावेश पड़ोस के अणु के हाइड्रोजन पर उपस्थित धनावेश को आकर्षित करता है – इस प्रकार से एक अन्तर-आणविक आबन्ध अस्तित्व में आ जाता है। जब पानी को उबाला या वाष्पित किया जाता है तो अणुओं में उपस्थित हाइड्रोजन-ऑक्सीजन सहसंयोजी आबन्ध नहीं बल्कि यही अन्तर-आणविक आबन्ध टूटते हैं।



चित्र-2 : निकटवर्ती स्थाई द्विध्रुवों के बीच अन्तरआणविक बलों को स्थाई द्विध्रुव–स्थाई द्विध्रुव परस्पर क्रियाएँ कहते हैं।

Adapted from https://projects.iq.harvard.edu/files/lifesciences1abookv1/files/2_-_intermolecular_interactions.pdf. Credits: Copyright © 2022 The President and Fellows of Harvard College.

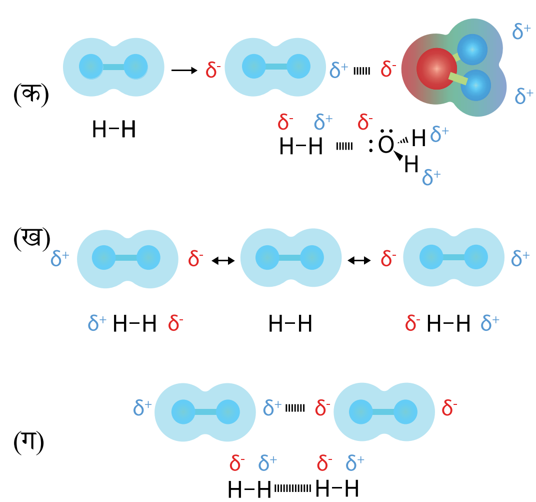
अन्तर-आणविक आबन्धों की शक्ति सम्बन्धित परमाणुओं की विद्युत-ऋणात्मकता में अन्तर तथा उनके बीच की दूरी पर निर्भर करती है।

अतः अध्रुवीय यौगिकों के कम गलनांक का उपयोग उनके सहसंयोजी आबन्धों की ताक़त का अनुमान लगाने के लिए नहीं किया जा सकता है। हालाँकि, वे यह ज़रूर इंगित करते हैं कि अध्रुवीय यौगिकों में अन्तरआण्विक बल, ध्रुवीय यौगिकों में स्थिर-विद्युत बलों की तुलना में काफ़ी कमज़ोर होते हैं।

अध्रुवीय यौगिकों में अन्तरआण्विक बल कितने शक्तिशाली होते हैं?

इसे बेहतर ढंग से समझने के लिए आइए सहसंयोजी यौगिकों की संरचना पर अधिक गहराई से विचार करें। हम जानते हैं कि एक विद्युत द्विध्रुव तब बनता है जब समान परिमाण के लेकिन विपरीत चिह्नों वाले विद्युत आवेशों के एक जोड़े को अलग कर कुछ दूर कर दिया जाता है। अध्रुवीय अणु दो प्रकार के द्विध्रुव बना सकते हैं — स्थाई और अस्थाई।

स्थाई द्विध्रुव तब बनते हैं जब भिन्न

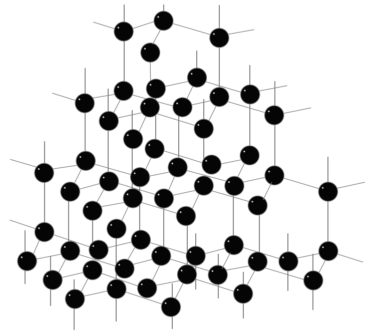


चित्र-3 : (क) पानी के अणु में स्थाई द्विध्रुव, हाइड्रोजन अणु में द्विध्रुव को प्रेरित करता है और फिर उसकी ओर आकर्षित होता है। (ख) अपने अध्रुवीय आबन्ध में साझा इलेक्ट्रॉनों की बेतरतीब ढंग से गति के कारण, हाइड्रोजन जैसे अध्रुवीय अणुओं में तात्क्षणिक द्विध्रुव स्वतः बन सकते हैं। (ग) तात्क्षणिक द्विध्रुव अन्य अध्रुवीय आबन्धों में तात्क्षणिक द्विध्रुव के निर्माण को प्रेरित कर सकते हैं, जो तब एक-दूसरे के प्रति आकर्षित होते हैं।

Adapted from https://projects.iq.harvard.edu/files/lifesciences1abookv1/files/2_-_intermolecular_interactions.pdf. Credits: Copyright © 2022 The President and Fellows of Harvard College.

विद्युत ऋणात्मकताओं वाले दो तत्व सहसंयोजी रूप से आबन्धित होते हैं। इसके परिणामस्वरूप अणु के भीतर इलेक्ट्रॉनों का असमान वितरण होता है, जो फिर उसके निकटवर्ती उसी तरह के अणुओं पर आकर्षी बल लगाता है। इन्हें स्थाई द्विध्रुव–स्थाई द्विध्रुव परस्पर क्रियाएँ [permanent dipole–permanent dipole interactions] कहते हैं (**चित्र-2** देखें)।

किसी अध्रुवीय अणु में अस्थाई द्विध्रुव प्रेरित किया जा सकता है; जब इसके इलेक्ट्रॉनों को इसके आस-पास के स्थाई द्विध्रुव के धनात्मक छोर आकर्षित करते हैं। ये स्थाई द्विध्रुव-प्रेरित द्विध्रुवीय परस्पर क्रियाएँ निकटवर्ती अलग-अलग प्रकार के अणुओं के बीच होती हैं (**चित्र-3क** देखें)। अध्रुवीय अणुओं में अस्थाई द्विध्रुव तब भी स्वतः बन सकते हैं जब अन्यथा समान रूप से वितरित इलेक्ट्रॉन बेतरतीब ढंग से इतने पास आ जाते हैं कि वे एक-दूसरे को प्रतिकर्षित करने लगते हैं और परस्पर क्रिया क्षेत्र (वह क्षेत्र जहाँ वे एक-दूसरे के सबसे निकट होते हैं) से दूर हटने लगते हैं, (**चित्र-3ख** देखें)। इसके चलते अणु के एक छोर पर एक आंशिक धनात्मक आवेश बनता है, जो आस-पास के समान या भिन्न अध्रुवीय अणु से इलेक्ट्रॉनों को आकर्षित कर सकता है और उसमें एक तात्क्षणिक द्विध्रुव के निर्माण को प्रेरित कर सकता है (**चित्र-3ग** देखें)।



चित्र-4 : हीरे में एक विशाल सहसंयोजी संरचना का निर्माण करते कार्बन परमाणुओं का एक रेखाचित्रीय निरूपण। प्रत्येक परमाणु अपने पड़ोसी परमाणुओं के साथ सहसंयोजी रूप से आबन्धित होता है, जो त्रिआयामी स्थान में आबन्धों का एक नेटवर्क बनाता है।

Adapted from https://igcse-chemistry-2017.blogspot.com/2017/07/150-explain-how-structures-of-diamond.html. Credits: Keisho Inoue, IGCSE Chemistry 2017.

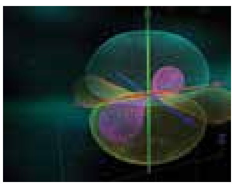
आमतौर पर, तात्क्षणिक द्विध्रुव–प्रेरित द्विध्रुवीय परस्पर क्रियाएँ स्थाई द्विध्रुव–प्रेरित द्विध्रुवीय परस्पर क्रियाओं की तुलना में कमज़ोर होती हैं, जो स्थाई द्विध्रुव–स्थाई द्विध्रुव परस्पर क्रियाओं से कमज़ोर होती हैं। लेकिन इन परस्पर क्रियाओं में से सबसे मज़बूत (स्थाई द्विध्रुव–स्थाई द्विध्रुव) परस्पर क्रिया में शामिल अन्तरआणविक स्थिर-विद्युत बल भी आयनिक यौगिकों की तुलना में काफ़ी कमज़ोर होता है। क्यों? जैसा कि हमने H_2O उदाहरण में देखा है, यह परस्पर क्रिया किसी अध्रुवीय अणु के आंशिक धनात्मक छोर और उसके पड़ोसी अणु के आंशिक ऋणात्मक छोर के बीच होती है। इस प्रकार, इन अणुओं के बीच का बल NaCl जैसे आयनिक यौगिक के पूर्ण धनात्मक और पूर्ण ऋणात्मक आवेश के बीच के बल का अंश मात्र होता है।

सहसंयोजी आबन्ध कितना मज़बूत होता है?

अधिकांश सहसंयोजी आबन्धित पदार्थ अणुओं के रूप में मौजूद होते हैं। हालाँकि, हीरे में प्रत्येक कार्बन परमाणु सहसंयोजक रूप से चार अन्य कार्बन परमाणुओं से बँधा होता है, जिससे एक विशाल सहसंयोजी संरचना बनती है (**चित्र-4** देखें)।

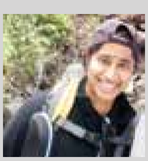
हम जानते हैं कि हीरे का गलनांक 4000°C तक होता है। चूँकि हीरा एक अणु नहीं है, इसलिए इसके उच्च गलनांक की व्याख्या के लिए कोई अन्तर आणविक परस्पर क्रिया नहीं है। दूसरे शब्दों में, जब हीरा पिघलता है, तो उसके सहसंयोजी आबन्ध टूटते हैं। इससे हम यह निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि सहसंयोजी आबन्ध, आयनिक आबन्ध से कमज़ोर नहीं होते हैं।

मुख्य बिन्दु



- शक्तिशाली बलों को कमज़ोर करने के लिए उच्चतर तापमानों की आवश्यकता होती है।
- चूँकि आयनिक ठोस शक्तिशाली स्थिर-विद्युत बलों द्वारा एक साथ जकड़े रहते हैं, इसलिए उनके उच्च गलनांक होते हैं।
- हालाँकि अध्रुवीय यौगिकों में सहसंयोजी आबन्धित अणु होते हैं, लेकिन पिघलने पर इन अणुओं के बीच अन्तरआणविक परस्पर क्रिया टूटती है। इस प्रावस्था–परिवर्तन के दौरान सहसंयोजी आबन्ध बरक़रार रहता है।
- अध्रुवीय यौगिकों में अन्तरआणविक परस्पर क्रियाएँ तीन प्रकार की होती हैं — स्थाई द्विध्रुव–स्थाई द्विध्रुव, स्थाई द्विध्रुव–प्रेरित द्विध्रुवीय और तात्क्षणिक द्विध्रुव–प्रेरित द्विध्रुवीय। इनमें से स्थाई द्विध्रुव–स्थाई द्विध्रुव सबसे शक्तिशाली है।
- अध्रुवीय यौगिकों के गलनांक कम इसलिए होते हैं क्योंकि स्थाई द्विध्रुव–स्थाई द्विध्रुव परस्पर क्रिया में भी स्थिर-विद्युत बल आयनिक ठोस में स्थिर-विद्युत बल की तुलना में काफ़ी कमज़ोर होता है।
- चूँकि सहसंयोजी आबन्धों को तोड़ने के लिए बहुत अधिक तापमान की आवश्यकता होती है, ये आबन्ध आयनिक आबन्धों से कमज़ोर नहीं होते हैं।

Note: Source of the image used in the background of the article title: Covalent Bonding Atom Orbitals. URL: https://www.maxpixel.net/Covalent-Bonding-Molecule-Bonding-Atom-Orbitals-2146393. License: CC0.



अदिति चन्द्रशेखर अज़ीम प्रेमजी यूनिवर्सिटी, बेंगलूरु में रसायनशास्त्र की प्राध्यापक हैं। इन्दिरा गाँधी परमाणु अनुसन्धान केन्द्र (IGCAR), कलपक्कम में परमाणु ऊर्जा विभाग के तहत रसायनशास्त्र में पीएचडी के दौरान, उन्होंने एक्टिनाइड संकुलन के प्रयोगात्मक और सैद्धान्तिक पहलुओं पर काम किया; उन्होंने परमाणु ईंधन प्रक्रमण के लिए विशिष्ट निष्कर्षकों का मूल्यांकन किया। भारतीय विज्ञान संस्थान (IISc), बेंगलूरु में उनके पोस्टडॉक्टरल शोध में 2डी सामग्री पर कम्प्यूटेशनल अध्ययन शामिल थे। उनसे aditi.chandrasekar@apu.edu.in पर सम्पर्क किया जा सकता है।

अनुवाद : हिमालय तहसीन **पुनरीक्षण :** सुशील जोशी **कॉपी एडिटर :** अनुज उपाध्याय



जंगल उगाना

आनन्द नारायणन और राधा गोपालन

हम जानते हैं कि जंगल तापमान नियमन, बाढ़ नियंत्रण, मिट्टी की उर्वरता के निर्माण, परागण को सहारा देने और कार्बन स्थिरीकरण में मदद करते हैं। लेकिन जंगल बनते कैसे हैं? क्या हम इन्हें भीड़-भाड़ वाले शहरी स्थानों या अनुपयोगी भूमि में उगा सकते हैं? क्या हम 25-30 वर्षों में देशी प्रजातियों का घना जंगल उगा सकते हैं?

जंगलों की प्रचलित छवि के विपरीत, मियावाकी पद्धति के ज़रिए हम छोटे-छोटे स्थानों में वन को तेज़ी से बहाल कर सकते हैं। एक जापानी वनस्पतिशास्त्री अकीरा मियावाकी, द्वारा विकसित की गई यह विधि थोड़े ही समय में देशी प्रजातियों के घने बहुस्तरीय जंगल उगाने के लिए एक व्यवस्थित तरीक़ा सुझाती है (देखें **बॉक्स-1**)।

इस विधि द्वारा उगाए गए प्रत्येक वन को स्थानीय वनों का एक छोटा रूप मान सकते हैं। इस तरीक़े का उपयोग दुनिया भर के कई देशों में विभिन्न स्थलों पर किया गया है जैसे —छोटे-छोटे शहरी स्थान और अनुपयोगी भूमि से लेकर अर्ध-शुष्क भूमि के बड़े हिस्सों तक।

मियावाकी वन का रोपण

चरण-1 : चयनित स्थान पर मिट्टी की बनावट, पीएच, जैविक कार्बन और नाइट्रोजन पदार्थ तथा सूक्ष्म और स्थूल प्राणियों की उपस्थिति का विश्लेषण करें। अन्तिम कारक (मापदण्ड) का आकलन तो देखकर किया जा सकता



चित्र-1 : मिट्टी तैयार करने के बाद ग्रिड का उपयोग यह निर्धारित करने के लिए किया जाता है कि प्रत्येक पौधा कहाँ लगाया जाएगा। ग्रिड के प्रत्येक चौखाने में एक पौधा होता है। गड्ढे की गहराई पौधे के आकार और अन्ततः विकसित होने वाले पेड़ के अनुसार होती है।

बॉक्स-1: अकीरा मियावाकी कौन हैं?

अकीरा मियावाकी का जन्म 29 जनवरी, 1928 को जापान के ओकायामा प्रान्त में हुआ था। वे अपने माता-पिता वाकिची मियावाकी और त्सुने मियावाकी के साथ ओकायामा प्रान्त के एक कृषक समुदाय में पले-बढ़े। उन्होंने एक शोधकर्ता के रूप में पारिस्थितिकी और जीवविज्ञान के क्षेत्र में जापान और जर्मनी के विश्वविद्यालयों में अध्ययन और काम किया। 1970 के दशक में जापान के मन्दिरों और क़ब्रिस्तानों के आस-पास संरक्षित प्राकृतिक वनों के अवशेषों से प्रेरित होकर, मियावाकी के मन में नए तरीक़े से ऐसे जंगल उगाने का विचार आया। इस विचार को सबसे पहले निप्पॉन स्टील कॉरपोरेशन के लिए लागू किया गया और आज दुनिया भर में 4000 से अधिक मियावाकी वन फैले हुए हैं।

मियावाकी के अपने शब्दों (2006) में, *"इस काम का उद्देश्य, पहले से मौजूद जंगलों को बहाल करने की बजाय, सघन मैदानी सर्वेक्षण और वनस्पति की पारिस्थितिकी के आधार पर असल देशी वन का निर्माण करना है ताकि यह सुनिश्चित किया जा सके कि भविष्य में हम वे ग़लतियाँ नहीं करेंगे जो अतीत में की थीं। देशी वन उन सब लोगों के जीवन की रक्षा करते हैं जो वहाँ जन्मे और पले-बढ़े, स्कूलों में जा रहे हैं और काम कर रहे हैं। वे संस्कृति के निर्माण हेतु लोगों की संवेदनाओं को पैना करते हैं और नए विकास के लिए उन्हें बौद्धिक रूप से तैयार करते हैं... जीवन के लिए जिस विश्वास और क्रियाकलापों से मैं जिस तरह से ख़ुद को समर्पित करता हूँ वह रातों-रात नहीं आया; मैं उम्मीद करता हूँ कि आप इसे इस रूप में देखेंगे कि यह मेरा 78 साल का जीवन है।"* 16 जुलाई, 2021 को उनका निधन हुआ। अन्त समय तक अकीरा मियावाकी कई वनीकरण गतिविधियों में सक्रिय रूप से शामिल रहे।



अकीरा मियावाकी

है, लेकिन मिट्टी के नमूनों को प्रयोगशाला परीक्षण के लिए भेजने की ज़रूरत होती है। यह क़दम हमें यह पहचानने में मदद करता है कि मिट्टी को अतिरिक्त पोषण की आवश्यकता है या नहीं।

चरण-2 : चरण-1 में किए गए विश्लेषण के परिणामों के आधार पर मिट्टी तैयार करें (**चित्र-1** देखें)। उदाहरण के लिए, यदि ऊपर की मिट्टी पानी के रिसाव को रोक रही है, तो मूँगफली के छिलके या गेहूँ, मक्का या चावल के भूसे का उपयोग सरन्ध्रता में सुधार लाने के लिए किया जा सकता है। चूँकि मिट्टी की नमी पौधे के विकास के शुरुआती वर्षों में महत्त्वपूर्ण होती है इसलिए उसकी नमी को बनाए रखने के लिए सूखी मिट्टी को पुआल, कोको पीट (नारियल की भूसी) आदि के पलवार की आवश्यकता हो सकती है। इसी तरह, निम्नीकृत मिट्टी को 1 मीटर की गहराई तक जैविक मिट्टी कंडीशनर, जैसे मवेशी और बकरी की खाद या वर्मीकम्पोस्ट (सब्ज़ी, खाद्य अपशिष्ट और अन्य विघटित कार्बनिक पदार्थों का मिश्रण) की मदद से समृद्ध बनाने की ज़रूरत हो सकती है।

चरण-3 : स्थानीय जंगलों में जाकर, किताबें देखकर या लोगों से स्थानीय प्राकृतिक इतिहास के बारे में बातचीत करके उगाए जाने वाले पौधों की एक सूची तैयार करें। देशी प्रजातियों को चुनें क्योंकि वे स्थानीय परिस्थितियों के अनुकूल होती हैं।



चित्र-2 : पौधों की ख़रीद और रोपण। (क) विभिन्न तरह के पौधे बैग और गमलों में उगाए जाते हैं। (ख) यह ध्यान रखा जाता है कि जो पौधे बड़े पेड़ों में विकसित होने वाले हैं, उन्हें एक-दूसरे के बगल में नहीं लगाया जाता।



चित्र-3 : सूरज की गर्मी से नमी के नुक़सान को रोकने के लिए पौधे के चारों ओर कॉयर पिथ (नारियल की जटा का भूसा) फैलाया जाता है।

विविध पौधों की प्रजातियों का चयन करने की सिफ़ारिश की जाती है (जैसे कुछ फूल वाले पौधे और लताएँ, कुछ झाड़ियाँ, छतरी वाले कुछ ऊँचे पेड़ और कुछ पेड़ जो एक झाड़ी और उपवृक्ष स्तर तक बढ़ते हैं)।

चरण-4 : किसी विश्वसनीय नर्सरी, जैसे कई राज्यों में वन विभाग द्वारा संचालित नर्सरी से स्वस्थ पौधे ख़रीदें। आमतौर पर, किसी नर्सरी में वन प्रजातियों के पौधों को अच्छी तरह से जड़ पकड़ने में तीन महीने लगते हैं।

चरण-5 : प्रत्येक पौधे को एक गड्ढे में रोपें और फिर मिट्टी से ढँक दें (**चित्र-2** देखें)। गड्ढे के आकार को रोपण की जाने वाली प्रजातियों के, ख़ासतौर से उनकी जड़ प्रणाली के, आधार पर निर्धारित किया जाता है। यदि आवश्यक हो तो मिट्टी (विशेष रूप से ख़राब मिट्टी) को अतिरिक्त मिट्टी कंडीशनर की मदद से समृद्ध बनाया जा सकता है। नमी के नुक़सान को रोकने के लिए, प्रत्येक पौधे के गड्ढे को सूखे पत्तों, पेड़ की छाल की खपच्चियों, लकड़ी की छीलन, चावल के भूसे, मकई के ठूँठ या खाद से बनी छह इंच मोटी परत से ढँक दें (**चित्र-3** देखें)। बाँस की डण्डी या अन्य स्थानीय रूप से उपलब्ध चीज़ों से पौधे को सहारा दें। इस पद्धति का उपयोग 10 वर्ग मीटर क्षेत्र में लगभग 30 पौधे लगाने के लिए किया जा सकता है। बशर्ते कि एक ही प्रजाति के पौधे पास-पास न हों, ताकि उनके बीच संसाधनों (प्रकाश, पानी, पोषक तत्वों तक पहुँच) के लिए प्रतिस्पर्धा न हो।

चरण-6 : विकास के पहले दो वर्षों तक पौधों को दिन में कम-से-कम एक बार पानी देकर उनकी देखभाल करें (**चित्र-4** देखें)। गर्मियों में अधिक तापमान के कारण पानी के नुक़सान की भरपाई के लिए पौधों को ज़्यादा पानी देने की आवश्यकता हो सकती है। नियमित रूप से पानी सुनिश्चित करने के लिए, एक विश्वसनीय जल स्रोत तक पहुँच ज़रूरी है। जंगल के आकार और उपलब्ध



चित्र-4 : विकास की विभिन्न अवस्थाएँ। (क) 6 महीने के बाद। (ख) 12 महीने के बाद। (ग) 2 साल बाद।

जल संसाधनों के आधार पर, एक जल वितरण प्रणाली या सूक्ष्म सिंचाई प्रणाली (ड्रिप या स्प्रिंकलर) स्थापित की जा सकती है। पहले दो वर्षों तक, खरपतवारों के प्रबन्धन की आवश्यकता होती है, जिसके बाद जंगल स्वयं खरपतवारों को सम्भाल लेगा। लम्बे समय तक देखभाल के बारे में, अकीरा मियावाकी कहते हैं : *"कोई रखरखाव न करना सबसे अच्छा रखरखाव है। यदि किसी जंगल को पहले 2-3 वर्षों के बाद भी रखरखाव की आवश्यकता होती है, तो वह एक फ़र्ज़ी जंगल है।"*

हालाँकि इस पद्धति ने कई लोगों और संगठनों का ध्यान आकर्षित किया है। लेकिन इसके क्रियान्वयन के शुरुआती चरणों की भारी लागत एक चुनौती पेश कर सकती है। इसमें दो साल के लिए पौधे, मृदा-कंडीशनर और पानी के स्रोत तक पहुँच की लागत शामिल है। चूँकि इस विधि में सघन रोपण शामिल है, ऐसे जंगल को उगाने के लिए आवश्यक पौधों की संख्या लागत को और भी बढ़ा सकती है। यह देखते हुए कि शहरी भूमि अक्सर ख़राब स्थिति में होती है, मिट्टी और ज़मीन तैयार करने की लागत भी काफ़ी अधिक हो सकती है।

मियावाकी के जंगल : सीखने-सिखाने का अवसर

इस पद्धति ने तिरुवनन्तपुरम के कुछ स्कूलों के विद्यार्थियों को अपने परिसरों में छोटे मियावाकी वन स्थापित करने के लिए प्रेरित किया है। वनस्पति आवरण बनाने या बहाल करने और कार्बन के स्थिरीकरण के प्रयास के अलावा, ऐसे वन विद्यार्थी अन्वेषणों की एक शृंखला को भी सहारा दे सकते हैं। उदाहरण के लिए, इन वनों को उगाने के चरण-1 में आवश्यक मिट्टी की जाँच मिडिल या हाई स्कूल जीवविज्ञान और रसायनविज्ञान की एक दिलचस्प गतिविधि बन सकती है। विद्यार्थियों को पौधों की वृद्धि, जीवों की विविधता और वन को जीवित रखने वाली अन्य चीज़ों के साथ-साथ वन विकास के विभिन्न चरणों में सूक्ष्म-जलवायु से जुड़े बदलाव को देखने और उनका दस्तावेज़ीकरण करने के लिए प्रोत्साहित किया जा सकता है।

मुख्य बिन्दु



- मियावाकी पद्धति का उपयोग करके छोटे-छोटे शहरी स्थानों और अनुपयोगी भूमि में देशी प्रजातियों के घने बहुस्तरीय जंगलों को कम समय में उगाया जा सकता है।
- इस पद्धति को एक जापानी वनस्पतिशास्त्री अकीरा मियावाकी द्वारा विकसित किया गया था, जो जापान में मन्दिरों और क़ब्रिस्तानों के आस-पास संरक्षित प्राकृतिक वनों के अवशेषों से प्रेरित थे।
- स्कूल परिसरों में उगाए जाने पर, ऐसे वन न केवल वनस्पति आवरण बनाने या बहाल करने में मदद करते हैं, बल्कि वन पारिस्थितिकी तंत्र की वनस्पतियों, जीवों और अजैविक घटकों के बीच अन्तरक्रिया को लेकर विद्यार्थियों द्वारा खोजबीन की एक शृंखला का भी अवसर प्रदान करते हैं।

Note: Source of the image used in the background of the article title: Miyawaki forest – 9 months after planting. Credits: BemanHerish, Wikimedia Commons. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Miyawaki_forest_-_9_months_after_planting.jpg. License: CC-BY-SA.

Additional Resources:

1. To walk through a 15-month-old forest grown bottom-up the Miyawaki way, visit: https://youtu.be/l4tvAizYfGw.
2. For more information on the Miyawaki method, including several success stories of forests created through this method, visit: https://www.crowdforesting.org/.
3. For more specific things to consider before choosing this method: https://www.thehindu.com/sci-tech/energy-and-environment/they-grow-fast-and-easy-but-do-miyawaki-forests-meet-the-fundamental-principles-of-ecological-restoration/article65258901.ece.

आनन्द नारायणन भारतीय अन्तरिक्ष विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी संस्थान (IIST), तिरुवनन्तपुरम में खगोल भौतिकी पढ़ाते हैं। उनका शोध यह समझने पर है कि बड़े पैमाने पर आकाशगंगाओं के बाहर बैर्योनिक पदार्थ कैसे वितरित हैं। वे नियमित रूप से खगोल विज्ञान से सम्बन्धित शैक्षिक और सार्वजनिक आउटरीच गतिविधियों में योगदान देते हैं। वे दक्षिण भारत के सांस्कृतिक इतिहास की खोज करते हुए यात्रा करना पसन्द करते हैं।

राधा गोपालन भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान (IIT), बॉम्बे से पीएचडी के साथ एक पर्यावरण वैज्ञानिक हैं। पर्यावरण परामर्श में 18 साल के करियर के बाद, उन्होंने ऋषि वैली एजुकेशन सेंटर, आन्ध्र प्रदेश में पर्यावरण विज्ञान पढ़ाया। वे स्कूल ऑफ़ डेवलपमेंट, अज़ीम प्रेमजी यूनिवर्सिटी, बेंगलूरु में विजिटिंग फैकल्टी हैं; आई वंडर के सम्पादकों में से एक हैं और कुडाली इंटरजेनेरेशनल लर्निंग सेंटर, तेलंगाना की सदस्य हैं।

अनुवाद : संदीप दुबे **पुनरीक्षण :** सुशील जोशी **कॉपी एडिटर :** अनुज उपाध्याय



आस-पास की ध्वनि परिदृश्य का आनन्द

मृणाल शाह

शिक्षिका विद्यार्थियों की बातचीत के शोर-शराबे से भरी हुई कक्षा में दाख़िल हुईं। विद्यार्थियों का ध्यान अपनी तरफ़ खींचने के लिए उन्होंने दो-तीन बार ताली बजाई। जब विद्यार्थियों का ध्यान उनकी ओर गया तो उन्होंने पूछा, *"ध्वनि क्या है?"* अचानक अपनी तरफ़ आए इस प्रश्न से विद्यार्थी कुछ सकुचा गए। कुछ विद्यार्थियों ने दबी आवाज़ में उत्तर दिए, *"ध्वनि शोर है," "यह एक तरह की ऊर्जा है," "यह तो बस एक एहसास है।"*

उनकी उलझन को देखते हुए शिक्षिका ने विद्यार्थियों से कहा, *"चलो, इस प्रश्न को बेहतर तरीक़े से समझने का प्रयास करते हैं। कक्षा में सुनाई देने वाली सारी आवाज़ों को ध्यान से सुनो और सुनाई दे रही सारी आवाज़ों को पहचानकर उनका विवरण दो।"*

विद्यार्थियों ने कक्षा में सुनाई दे रही ध्वनियों की सूची बनाई, जैसे — वाहनों की आवाज़ें, बगल वाली कक्षा में मौजूद विद्यार्थियों की बातचीत की आवाज़, सड़क के उस पार बजने वाले नगाड़ों की आवाज़ इत्यादि। जैसे-जैसे विद्यार्थियों ने आस-पास सुनाई देने वाली ध्वनियों की सूची बनाना शुरू की उनके अवलोकन और भी पैने होते चले गए। अब वे गलियारे में टहलने वाले किसी व्यक्ति के क़दमों की आहट जैसी सूक्ष्म ध्वनियों का भी वर्णन कर पा रहे थे। शिक्षिका ने विद्यार्थियों को कुछ अन्य ध्वनियों की सूची बनाने को दी और फिर एक और प्रश्न किया, *"तुमने इन ध्वनियों के बारे में और किन बातों का अवलोकन किया?"*

"कुछ ध्वनियाँ धीमी थीं और कुछ ध्वनियाँ तेज़ थीं," एक विद्यार्थी ने उत्तर दिया। *"साथ ही, इन ध्वनियों को सुनकर हम यह बता सकते हैं कि ध्वनि का स्रोत चल रहा है या स्थिर है,"* उसके दोस्त ने जोड़ा।

"बहुत बढ़िया," शिक्षिका ने ख़ुशी ज़ाहिर करते हुए कहा। आगे और टटोलते हुए शिक्षिका ने प्रश्न किया, *"क्या इन सभी ध्वनियों में और कोई समानता भी है?"*

"मेरे ख़याल से ध्वनि तब उत्पन्न होती है जब दो चीज़ें आपस में टकराती हैं, जैसे — दो बर्तनों का टकराना," एक विद्यार्थी ने अपनी राय रखी। पास बैठे उसके मित्र ने प्रश्न किया, *"लाउडस्पीकर या बाँसुरी में कौन-सी चीज़ें आपस में टकराती होंगी? इनमें ध्वनि कैसे उत्पन्न होती है?"*

"रोचक बात है। एक खेल खेलकर देखते हैं कि क्या इसे समझ सकते हैं।" शिक्षिका ने कहा। शिक्षिका ने कुछ प्लास्टिक स्ट्रॉ विद्यार्थियों में बाँट दीं और कहा कि आपको इस स्ट्रॉ में बदलाव करके ऐसा कुछ करना है कि इसमें से ध्वनि पैदा हो। *"जिसकी स्ट्रा से सबसे तेज़ ध्वनि निकलेगी वह विजेता होगा।"*

विद्यार्थियों ने स्ट्रॉ में हवा फूँकना शुरू किया और उत्पन्न होने वाली ध्वनियों पर ध्यान देने लगे। *"बहुत बढ़िया, क्या आप और तेज़ ध्वनि निकाल सकते हो?"* शिक्षिका ने विद्यार्थियों का उत्साह बढ़ाते हुए कहा। कुछ विद्यार्थी ने स्ट्रॉ में छेद करके देखा और कुछ ने स्ट्रॉ के सिरे काट दिए। उन्होंने बताया कि सिरे काटने से पहले की तुलना में तेज़ ध्वनि उत्पन्न हो रही थी। एक विद्यार्थी ने कहा, *"मैंने देखा है कि बाँसुरी में कई सारे छेद होते हैं। मैं भी अपनी स्ट्रॉ को बाँसुरी की तरह बदल कर देखता हूँ।" "ठीक है, करके देखो क्या होता है?"* शिक्षिका ने कहा।

तभी कक्षा में एक तेज़ आवाज़ सुनाई दी जिसे सुनकर सारे विद्यार्थी अचम्भित हो गए। जब सब लोग उस आवाज़ का स्रोत ढूँढ़ रहे थे, तब वह विद्यार्थी प्रसन्न था जिसने यह आवाज़ पैदा की थी। शिक्षिका उस विद्यार्थी के पास गईं, जिसकी स्ट्रॉ से यह ध्वनि आ रही थी और देखने लगीं कि उसने अपनी स्ट्रॉ के साथ क्या किया है। तब तक कक्षा के कई अन्य विद्यार्थी भी अपनी स्ट्रॉ से वैसी ही ध्वनि निकालने के लिए जल्दी-जल्दी अपने काम में लग गए। थोड़ी ही देर में कुछ अन्य विद्यार्थियों ने भी स्ट्रॉ से तेज़ ध्वनि निकालने के तरीक़े का पता लगा लिया और ठीक उसी तरह के मॉडल्स बना लिए। ट्रिक यह थी कि स्ट्रा के एक सिरे को काटकर दो पल्ले (फ्लैप) बनाए जाएँ। कक्षा ज़ोरदार ध्वनियों से भर गई।

जब बाक़ी विद्यार्थी स्ट्रॉ के अलग-अलग मॉडल्स से खेलने में मग्न थे, एक विद्यार्थी ने शिक्षिका से अपना अवलोकन साझा करते हुए



स्ट्रॉ से ध्वनि उत्पन्न करने के तरीक़े की खोज में आपस में विचार-विमर्श करते हुए विद्यार्थी। दाईं ओर विद्यार्थियों द्वारा बनाए गए विभिन्न मॉडल्स। प्रत्येक मॉडल्स में अलग-अलग स्तर की ध्वनि उत्पन्न होती है। अन्तिम से पहले वाले मॉडल्स से सबसे तेज़ ध्वनि उत्पन्न हुई।

कहा, *"स्ट्रॉ के अलग-अलग मॉडल्स से अलग-अलग तरह की ध्वनि सुनाई देती हैं। कुछ ध्वनियाँ फीकी हैं वहीं कुछ मॉडल्स की ध्वनियाँ पैनी हैं।"* शिक्षिका ने कहा, *"बहुत बढ़िया अवलोकन है। आप यह कहना चाहते हैं कि स्ट्रॉ से आने वाली ध्वनियों में ध्वनि की तीव्रता के साथ-साथ निकलने वाली ध्वनि अलग-अलग प्रकार की भी है।"* फिर उन्होंने ध्वनि की अलग-अलग विशेषताओं, जैसे — तीव्रता और आयाम आदि के बारे में बताया।

विद्यार्थियों की यह ध्वनि पार्टी समाप्त होने को थी तब शिक्षिका ने यह प्रश्न किया, *"ध्वनि अपने स्रोत से हमारे कानों तक कैसे पहुँचती है?"*

कुछ देर ख़ामोशी से सोचने के बाद एक विद्यार्थी ने कहा, *"मुझे लगता है ध्वनि छोटे-छोटे कणों से मिलकर बनी होती है। हवा की सहायता से ये कण हमारे कानों तक पहुँचते हैं।"* बाक़ी विद्यार्थियों ने सहमति में सिर हिलाया।

थोड़ा आश्चर्यचकित होकर शिक्षिका ने पूछा, *"यदि ध्वनि कणों से बनी है तो ये कण कहाँ से आते होंगे? क्या जब हम बोलते हैं तब ये कण हमारे मुँह से बाहर निकलते हैं या जब हम नगाड़ा बजाते हैं तो ये कण ड्रम से बाहर निकलते हैं?"*

"मुझे ऐसा नहीं लगता," एक विद्यार्थी ने कहा।

विद्यार्थियों को असमंजस में पड़ा देखकर शिक्षिका ने कहा कि जब ध्वनि उत्पन्न हो रही हो, तब स्ट्रा के इन पल्लों (flaps) को महसूस करो। *"आपने क्या महसूस किया?" "दोनों पल्ले बहुत तेज़ी से कम्पन कर रहे हैं,"* विद्यार्थियों ने उत्साहित होकर कहा। *"जब हम बोलते हैं तब क्या होता है? कुछ बोलते हुए गले को छूकर देखो और बताओ कि तुमने क्या महसूस किया।"*

"कुछ हिल रहा है," एक विद्यार्थी ने कहा। *"बहुत बढ़िया,"* शिक्षिका ने कहा, *"तो ध्वनियाँ इस तरह उत्पन्न होती हैं। ऐसे ही आगे बढ़ती हैं? किसी भी वस्तु के अन्दर मौजूद कण कम्पित होते हैं और ध्वनि उत्पन्न करते हैं। इस कम्पन को पास के कणों में स्थानान्तरित करते हैं और यह तब तक होता रहता है जब तक ध्वनि हमारे कानों तक नहीं जाती।"* इसके बाद शिक्षिका ने अगला प्रश्न किया, *"क्या आप अन्दाज़ा लगा सकते हो कि हमारे कान में क्या होता है?"*

"किसी चीज़ में कुछ कम्पन होता होगा," एक विद्यार्थी ने आत्मविश्वास के साथ जवाब दिया। *"मैंने सुना है कि कान के अन्दर एक पर्दा होता है जो सुनने में मदद करता है।"* एक अन्य विद्यार्थी ने कहा।

शिक्षिका ने बच्चों को कान के परदे के बारे में बताकर कक्षा का समापन किया कि कैसे उसमें एक झिल्ली होती है जो ध्वनि तरंगें पहुँचने पर कम्पन करती है। और कैसे ये कम्पन दिमाग़ तक संकेत पहुँचाता है और जिन्हें हम ध्वनि के रूप में पहचानते हैं। विद्यार्थी चकित थे कि उन्होंने मिलकर ध्वनि के बारे में कितनी नई-नई बातें खोजीं। इनमें से कुछ ध्वनियाँ तो वे अपने दैनिक जीवन में रोज़ सुनते हैं।

कक्षा समाप्त होने के बाद भी बच्चे स्ट्रा से बनी बाँसुरी से निकलने वाले संगीत का आनन्द ले रहे थे। वे अभी भी स्ट्रॉ के पल्लों से उत्पन्न होने वाले कम्पन को ग़ौर से देख रहे थे।

Note: The activity with straws has been adapted from Arvind Gupta's Splendid straws. URL: http://www.arvindguptatoys.com/arvindgupta/DH-AG-SPLENDID-STRAWS.pdf.



मृणाल शाह विज्ञान की शिक्षिका हैं। मृणाल अभी सीड टू सैम्पलिंग में विज्ञान शिक्षण के क्षेत्र में काम कर रही हैं। बच्चों के विज्ञान सीखने की प्रक्रिया को एक आनन्ददायी अनुभव बनाना उनका सपना है। उनसे shah.mrinal@gmail.com पर सम्पर्क किया जा सकता है।

अनुवाद : अनुराधा जैन **पुनरीक्षण :** सुशील जोशी **कॉपी एडिटर :** अनुज उपाध्याय



नापना पृथ्वी का आकार

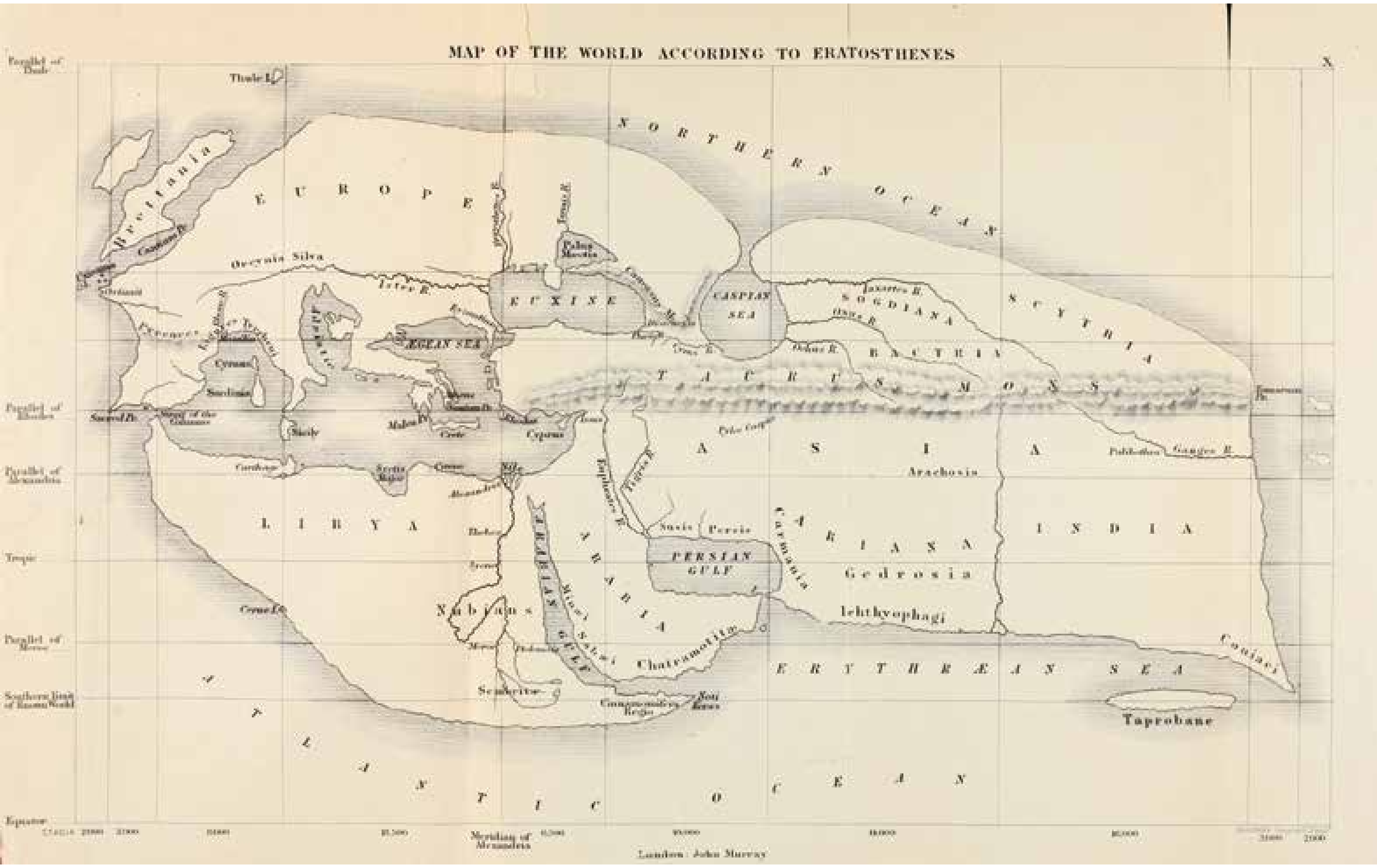
अमोल आनन्दराव काटे

पृथ्वी के आकार का पहला सटीक माप कब लिया गया था? यह माप लेने वाले पहले व्यक्ति कौन थे? उन्होंने यह कैसे किया था?

आमतौर पर माना जाता है कि पृथ्वी के आकार को मापने के शुरुआती प्रयास लगभग उस समय शुरू हुए थे जब खुले समुद्र में यात्राएँ होने लगी थीं। हालाँकि, अब हम जानते हैं कि पृथ्वी के आकार का पहला लगभग-सटीक मापन बहुत पहले (आज से 2000 साल से भी पहले) एक यूनानी व्यक्ति इरेटोस्थेनीज़ द्वारा किया गया था। इरेटोस्थेनीज़ ने यह कमाल तब कर दिखाया था जब यूरोप ने अमेरिका, ऑस्ट्रेलिया और अंटार्कटिका जैसे महाद्वीपों की खोज भी नहीं की थी या प्रशान्त, अटलांटिक या हिन्द महासागरों के बारे में विस्तार से नहीं जाना था (**चित्र-1** देखें)।

इरेटोस्थेनीज़ कौन थे?

इरेटोस्थेनीज़ एक विद्वान और दार्शनिक थे। उनका जन्म 276 ईसा पूर्व में सारीनी नामक एक शहर में हुआ था, जो उस समय ग्रीक साम्राज्य का हिस्सा था। यह आज शहात के नाम से जाना जाता है और लीबिया का हिस्सा है। अपने गृह नगर में प्रारम्भिक शिक्षा लेने के बाद, इरेटोस्थेनीज़ दर्शन और कविता का अध्ययन करने एथेंस चले गए। तीस साल की उम्र में, मिस्र में एलेक्ज़ेंड्रिया के शासक टॉलेमी तृतीय ने इरेटोस्थेनीज़ को दी ग्रेट लाइब्रेरी ऑफ़ एलेक्ज़ेंड्रिया में पुस्तकालयाध्यक्ष पद की पेशकश की। यह पुस्तकालय प्राचीन दुनिया के सबसे बड़े और सबसे महत्त्वपूर्ण



चित्र-1 : ज्ञात दुनिया के इरेटोस्थेनीज़ नक़्शे की 19 वीं सदी में की गई पुनर्रचना।

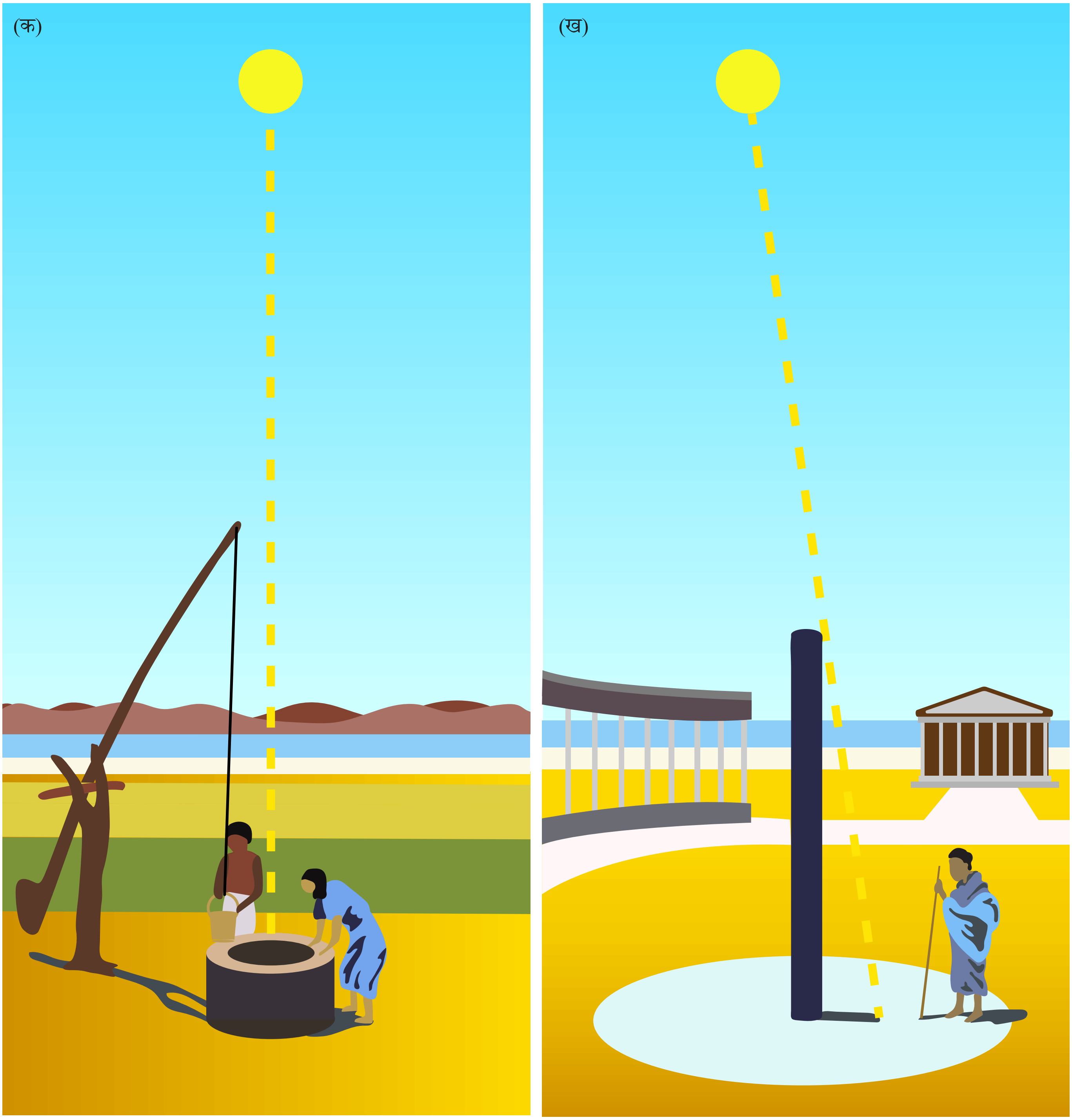
Credits: Bunbury, E.H. (1811-1895), A History of Ancient Geography among the Greeks and Romans from the Earliest Ages till the Fall of the Roman Empire, page 667. London: John Murray, 1883. Uploaded by Sette-quattro on Wikimedia Commons. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mappa_di_Eratostene.jpg. License: CC-BY.

पुस्तकालयों में से एक था। इरेटोस्थेनीज़ ने इस प्रस्ताव को स्वीकार कर लिया और एलेक्ज़ेंड्रिया चले गए। वहाँ वे 194 ईसा पूर्व में अपनी मृत्यु तक रहे। इस दौरान, वे मुख्य पुस्तकालयाध्यक्ष के पद तक पहुँचे, उन्होंने पुस्तकालय की क़िताबों के संग्रह में इज़ाफ़ा किया और टॉलेमी के बच्चों को पढ़ाया।

इरेटोस्थेनीज़ एक बहुविद् थे। उन्होंने न सिर्फ़ गणित और विज्ञान में कई महत्त्वपूर्ण योगदान दिए, बल्कि वे भूगोल, साहित्य और इतिहास जैसे विषयों में भी पारंगत थे। वक़्त के साथ उनका बहुत-सा काम लुप्त/नष्ट हो गया है। लेकिन हम क्लियोमेडीज़, पैपो और स्ट्रैबो जैसे अन्य दार्शनिकों के लेखन के माध्यम से उनके कुछ योगदानों के बारे में जानते हैं। दरअसल, क्लियोमेडीज़ ने ही पृथ्वी की परिधि मापने के लिए इरेटोस्थेनीज़ द्वारा इस्तेमाल की गई विधि का एक सरलीकृत संस्करण साझा किया।

इरेटोस्थेनीज़ ने पृथ्वी का आकार कैसे मापा?

उस समय तक, यह आमतौर पर माना जाने लगा था कि पृथ्वी एक गोले (गेंद) जैसी है। कई लोगों ने इसकी परिधि मापने की कोशिश की थी, लेकिन नाक़ामयाब रहे थे। इरेटोस्थेनीज़ ज्यामिति के अपने ज्ञान का उपयोग करके इस माप तक पहुँचे थे। वे जानते थे कि एलेक्ज़ेंड्रिया के दक्षिण में स्थित स्येन नामक एक शहर में ग्रीष्म अयनान्त (summer solstice) के दिन मध्यान्ह के समय वस्तुओं की कोई छाया नहीं बनती थी। आप देख सकते थे कि कुएँ में सूरज की किरणें एकदम सीधी पानी में पड़ रही हैं यानी इसका प्रतिबिम्ब सीधे तली के पानी पर पड़ता था और किनारों तक नहीं फैलता था। ऐसा इसलिए होता था क्योंकि उस समय स्येन में सूरज एकदम सिर के ऊपर (90° के कोण पर) होता था। स्येन, जिसे अब आस्वान के नाम से जाना जाता है, कर्क रेखा के बहुत पास स्थित है। और यहाँ

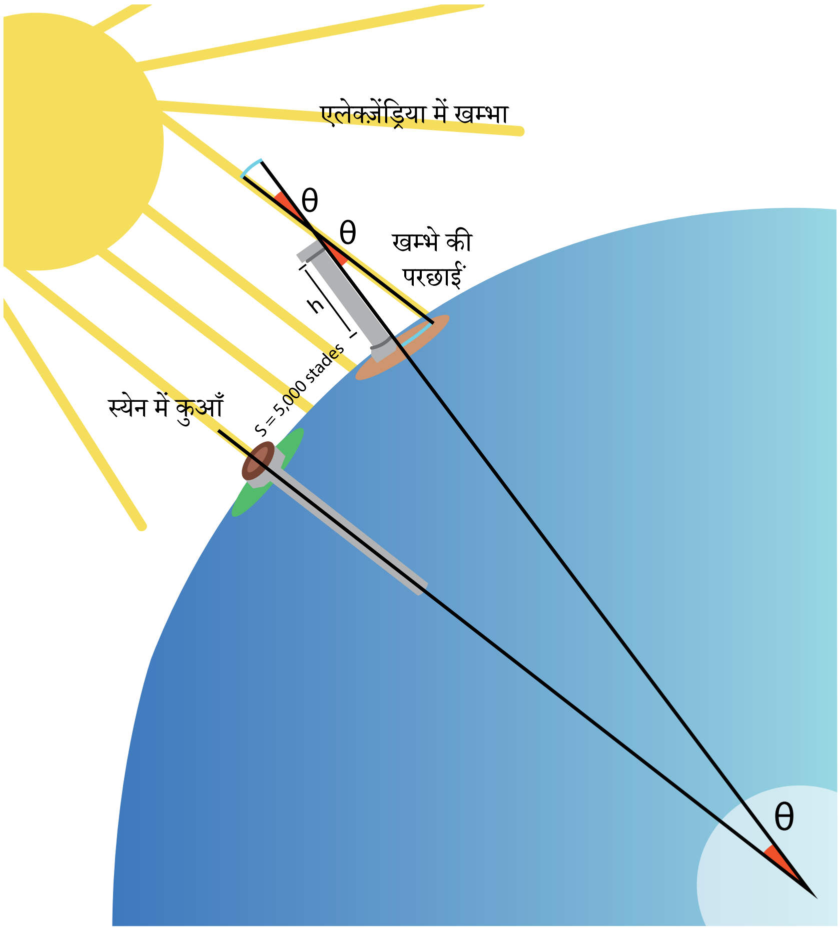


चित्र-2 : इरेटोस्थेनीज़ जानते थे कि उत्तरी गोलार्ध में ग्रीष्म अयनान्त के दिन मध्याह्न के सूरज से बनी छाया का कोण (क) स्येन और (ख) एलेक्ज़ेंड्रिया में अलग-अलग था।

Adapted from http://karidiscience.blogspot.com/2013/03/blog-post.html. Credits: Agios Nikolaos on 'Karydis Manos'. License: CC-BY-NC.

पर 21 जून यानी उत्तरी गोलार्ध के ग्रीष्म अयनान्त के आस-पास सूरज ठीक सिर के ऊपर होता है।

इसके विपरीत, इरेटोस्थेनीज़ ने देखा था कि जब एलेक्ज़ेंड्रिया में ग्रीष्म अयनान्त के मध्यान्ह का सूरज लगभग ठीक सिर के ऊपर प्रतीत होता था, उस समय भी उनके चारों ओर की वस्तुओं, जिनमें उनके द्वारा लगाया गया एक खम्भा भी शामिल था, की छायाएँ स्येन में बनने वाली छायाओं से लम्बी होती थीं (**चित्र-2** देखें)। छायाओं की लम्बाई में इस अन्तर का मतलब था कि सूरज की किरणें एलेक्ज़ेंड्रिया में एक कोण पर गिरती थीं। उन्होंने अनुमान लगाया कि यदि उन्हें एलेक्ज़ेंड्रिया और स्येन के बीच



चित्र-3 : उस कोण को मापना जिससे एलेक्ज़ेंड्रिया में सूरज की किरणें ग्रीष्म अयनान्त पर मध्यान्ह के समय स्येन से विचलित होती हैं। इरेटोस्थेनीज़ ने एक मान्यता ली — चूँकि सूरज बहुत दूर था, इसलिए सूरज की किरणें पृथ्वी पर समानान्तर रूप से गिरेंगी। उन्होंने एलेक्ज़ेंड्रिया में एक छड़ी पर सूरज की किरणों के गिरने के कोण को 7.2 डिग्री मापा। ज्यामिति के अपने ज्ञान के आधार पर, वे जानते थे कि यह उस कोण का एक एकान्तर (आन्तरिक) कोण था, जो एलेक्ज़ेंड्रिया व स्येन की दूरी की वजह से पृथ्वी के केन्द्र पर बनता है। अत: दोनों कोण बराबर होंगे।

की दूरी पता हो और उस कोण को माप सकें जितनी एलेक्ज़ेंड्रिया में सूरज की किरणें शिरोबिन्दु से विचलित होती हैं तो वे पृथ्वी का आकार नाप सकेंगे। कैसे? ठीक उसी प्रकार जैसे हम वृत्त के चाप द्वारा अन्तरित कोण और उस कोण द्वारा बनाए गए चाप की लम्बाई की मदद से वृत्त की परिधि पता लगा सकते हैं।

इरेटोस्थेनीज़ ने उस कोण को, जिसके द्वारा सूरज की किरणें एलेक्ज़ेंड्रिया में अभिलम्ब से विचलित होती हैं, मापने के लिए एक छड़ी का उपयोग करके पाया कि यह 7.2 डिग्री है। स्येन और एलेक्ज़ेंड्रिया के बीच की दूरी को मापने के लिए इरेटोस्थेनीज़ ने किसी की मदद ली थी। यह माप लगभग 5000 स्टेडियम (दूरी नापने की एक यूनानी इकाई, मिस्र में लगभग 157 मीटर के बराबर) थी। यह दूरी पृथ्वी के वृत्त का चाप थी जो 7.2 डिग्री कोण के बराबर थी (**चित्र-3** देखें)। इस कोण के लिए चाप की लम्बाई की तुलना पूर्ण वृत्त के साथ करके इरेटोस्थेनीज़ ने पृथ्वी की परिधि की गणना कर ली थी, जो लगभग 250,000 स्टेडियम निकली (**बॉक्स-1** देखें)।

बॉक्स-1 : इरेटोस्थेनीज़ की विधि को ख़ुद इस्तेमाल करके देखें

क्या यह उल्लेखनीय नहीं है कि इरेटोस्थेनीज़ सिर्फ़ एक छड़ी और कुछ सरल प्राथमिक ज्यामिति के साथ इतनी सटीक माप पर पहुँच गए थे? यदि आप और आपके विद्यार्थी ख़ुद उनकी विधि को आज़माना चाहते हैं, तो आगे दी गई गतिविधि शीट देखें जिसका शीर्षक है : हम पृथ्वी का आकार कैसे मापें?

दूसरे शब्दों में, पृथ्वी की परिधि/ एलेक्ज़ेंड्रिया और स्येन के बीच की दूरी = 360°/ दोनों शहरों को मिलाने से बने चाप द्वारा पृथ्वी के केन्द्र में अन्तरित कोण या दोनों शहरों के बीच का कोण।

एलेक्ज़ेंड्रिया और स्येन के बीच की दूरी = 5000 स्टेडियम।

दोनों शहरों के बीच का कोण (उनके द्वारा मापा गया) = 7.2°।

अत: पृथ्वी की परिधि/ 5000 स्टेडियम = 360°/7.2°।

इसका मतलब था कि पृथ्वी की परिधि = 50 × 5000 = 250,000 स्टेडियम।

पृथ्वी की परिधि की इरेटोस्थेनीज़ के माप की मीट्रिक तुल्यता 250,000 स्टेडियम × 157 मीटर = 39,250,000 मीटर या 39,250 किलोमीटर होगी। यह आज हमारे पास मौजूद मान (40,075 किमी) के बहुत क़रीब है!

मुख्य बिन्दु



- पृथ्वी के आकार का पहला लगभग-सटीक माप 2000 साल से भी पहले इरेटोस्थेनीज़ द्वारा पता किया गया था।
- इरेटोस्थेनीज़ का अधिकांश काम तो वक़्त गुज़रने के साथ लुप्त हो गया। हम दार्शनिक क्लियोमेडीज़ के लेखन से इस माप को प्राप्त करने के लिए उनके द्वारा इस्तेमाल की गई विधि के बारे में जान पाए।
- इरेटोस्थेनीज़ सिर्फ़ एक छड़ी और कुछ प्राथमिक ज्यामिति के ज़रिए एक सटीक माप तक पहुँच गए थे। हममें से कोई भी ख़ुद पृथ्वी के आकार को मापने की इस विधि को दोहरा सकता है।

Notes:

1. Eratosthenes' method was described by Carl Sagan in this video: https://www.youtube.com/watch?v=G8cbIWMv0rI.
2. Source of the image used in the background of the article title: 'Eratosthenes Teaching in Alexandria' by Bernardo Strozzi. Credits: mark6mauno, Flickr. URL: https://www.flickr.com/photos/mark6mauno/10832052985. License: CC-BY.



अमोल आनन्दराव काटे राजस्थान के सिरोही में अज़ीम प्रेमजी फ़ाउण्डेशन के साथ एक टीचर एजुकेटर और विज्ञान स्रोत व्यक्ति के रूप में काम करते हैं। उनसे amol.kate@azimpremjifoundation.org पर सम्पर्क किया जा सकता है।
अनुवाद : सीमा **पुनरीक्षण :** सुशील जोशी **कॉपी एडिटर :** अनुज उपाध्याय

पूछें एक सवाल

गतिविधि शीट : हम पृथ्वी का आकार कैसे मापें?

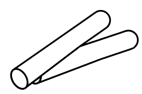
इस सरल गतिविधि का इस्तेमाल आप ख़ुद से पृथ्वी की परिधि मापने के लिए कर सकते हैं। ऐसा करने के लिए, आपको भूमध्य रेखा से अपने शहर/ नगर/ गाँव की सबसे छोटी दूरी जानने की ज़रूरत होगी। आपका काम हरेक साल के दो दिनों में बेहद आसान हो जाएगा जब सूरज भूमध्य रेखा पर दोपहर में ठीक सिर के ऊपर की ओर होगा — 20 मार्च और 21 सितम्बर। चूँकि इस पद्धति में कोणों को मापना और संख्याओं की तुलना करना होती है, इसलिए आपको मिडिल स्कूल में (8वीं कक्षा तक) सीखे गणित की मदद लगेगी।

आपको यह सामग्री चाहिए होगी :



एक मीटर पैमाना या एक सीधी छड़ी/ पट्टी जो एक मीटर लम्बी हो।

एक सपाट/ समतल सतह जिस पर मीटर पैमाने को 90 डिग्री के कोण पर रखा जा सके। सुनिश्चित करें कि इस सतह पर सूरज की रोशनी आ रही हो।



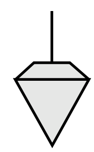
चॉक का एक टुकड़ा जिससे छड़ी की छाया अंकित कर सकें।



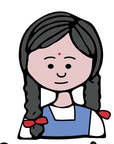
एक चाँदा



एक लम्बा धागा



एक साहुल सूत्र



छाया की लम्बाई मापने के लिए एक साथी

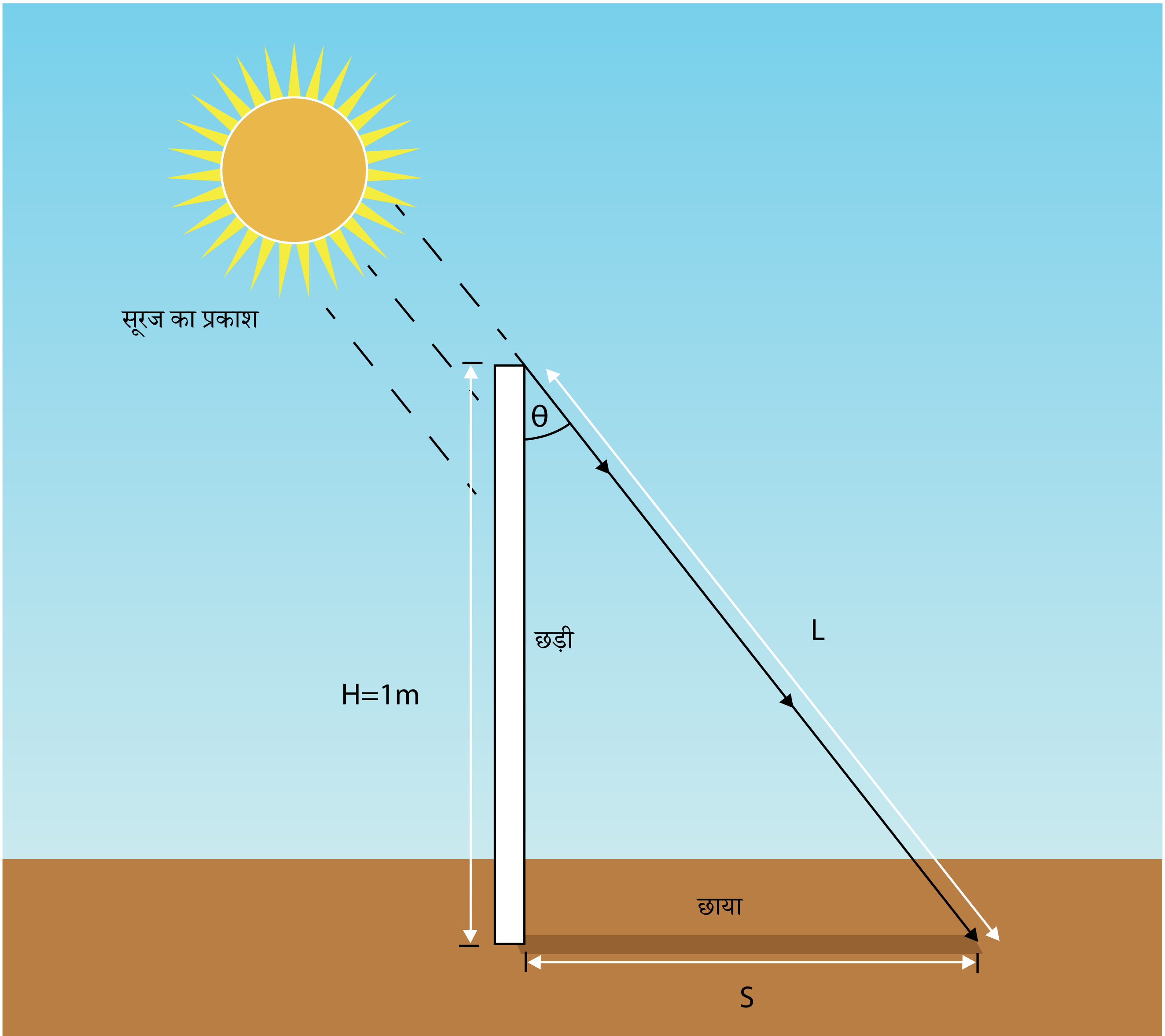
क्या सावधानी रखें :

- ऐसा दिन चुनें जब आसमान साफ़ हो। यदि बादल छाए हैं, तो हो सकता है कि आपको कोई छाया न दिखे। यदि आप यह गतिविधि मार्च में कर रहे हैं, तो भारत के अधिकांश हिस्सों में आमतौर पर आसमान साफ़ रहता है। यदि आप सितम्बर में यह गतिविधि कर रहे हैं और आसमान में बादल छाए हुए हैं, तो आप एक या दो दिन के लिए इसे टाल सकते हैं।
- दिन के उस समय का पता लगाने के लिए कैलेण्डर या पंचांग का उपयोग करें, जब सूरज आपके स्थान/ यहाँ पर ठीक सिर के ऊपर होगा (सौर मध्याह्न)।
- वास्तविक गतिविधि से 10 मिनट पहले सभी उपकरण तैयार रखें।

क्या करें :

1. मीटर छड़ी को एक सपाट सतह पर रखें जिस पर सीधी धूप पड़ रही हो। छड़ी सतह से लम्बवत होनी चाहिए — आप इसे एक साहुल सूत्र से चैक कर सकते हैं।
2. जब सूरज ठीक सिर के ऊपर (आकाश में सबसे ऊँचा) हो, तो चॉक के टुकड़े का उपयोग करके सपाट सतह पर गिरने वाली छड़ की छाया की लम्बाई को चिह्नित करें। भारत में यह छाया छड़ी के उत्तर की ओर होगी। (क्यों? पता करें।)
3. उस कोण को मापने के लिए जिस पर सूरज की रोशनी छड़ी पर पड़ती है, अपने साथी की मदद से छड़ी के सिरे से उसकी छाया के अन्त तक एक धागा फैलाएँ।
4. साथ ही चाँदे से धागे और छड़ी के बीच के कोण को नापें। इसे नोट कर लें।
5. भूमध्य रेखा से अपने स्थान (नगर या शहर) की दूरी का इस्तेमाल करके निम्न सूत्र के द्वारा आप पृथ्वी की परिधि की गणना कर सकते हैं :

$$\frac{360 \text{ डिग्री}}{\text{छाया का कोण}} = \frac{\text{पृथ्वी की परिधि}}{\text{भूमध्य रेखा से आपके स्थान की दूरी}}$$



Credits: Adapted from an image by Dr. Angelos Lazoudis, Ellinogermaniki Agogi, Research & Development Department, Pallini, Greece.
URL: https://eratosthenes.ea.gr/content/experiment.

विचार करें :

- यदि आपने अलग-अलग दिनों में पृथ्वी की परिधि मापने के लिए इस विधि का उपयोग किया होता; तो क्या आपको अलग मान मिले होते? क्यों? क्या आप अपनी परिकल्पना का परीक्षण करने के लिए एक प्रयोग डिज़ाइन कर सकते हैं?
- यदि हम साल के किसी अन्य दिन इस विधि का उपयोग करना चाहें, तो आपको क्या लगता है कि हमें इसमें क्या बदलाव करने होंगे?

i wonder... Rediscovering school science

रचनाकार :
अमोल आनन्दराव काटे राजस्थान के सिरोही में अज़ीम प्रेमजी फ़ाउण्डेशन के साथ एक टीचर एजुकेटर और विज्ञान स्रोत व्यक्ति के रूप में काम करते हैं। उनसे amol.kate@azimpremjifoundation.org पर सम्पर्क किया जा सकता है। **अनुवाद :** सीमा **पुनरीक्षण :** सुशील जोशी **कॉपी एडिटर :** अनुज उपाध्याय

Azim Premji University

पूछें एक सवाल

गतिविधि शीट :
हम पृथ्वी का आकार कैसे मापें?

20 मार्च और 21 सितम्बर को भूमध्य रेखा के किसी भी बिन्दु पर सूरज ठीक सिर के ऊपर की ओर होता है। पूरा भारत भूमध्य रेखा के उत्तर में है और मुख्यभूमि/ पृथ्वी के सबसे दक्षिणी बिन्दु पर भूमध्य रेखा के 804' उत्तर से सबसे उत्तरी बिन्दु पर भूमध्य रेखा के 3706' उत्तर तक अक्षांश अलग-अलग हैं। हमारे देश में सभी स्थान इस सीमा के अन्तर्गत आते हैं। इसका मतलब यह है कि जब सूरज इन दो दिनों में से किसी एक दिन भूमध्य रेखा पर ठीक सिर के ऊपर की ओर होता है, तो भारत में एक ही देशान्तर पर स्थित एक स्थान पर सूरज उस ऊर्ध्वाधर के दक्षिण में एक कोण पर दिखाई देगा। दूसरे शब्दों में, हमारे देश में किसी भी स्थान पर दोपहर 12 बजे, सूरज अपने पूर्व से पश्चिम के प्रक्षेपपथ में उच्चतम बिन्दु पर होगा, लेकिन दक्षिण से एक कोण पर होगा। यदि हम इस कोण और उस स्थान की भूमध्य रेखा से दूरी को जानते हैं, तो पृथ्वी की परिधि की गणना करना सरल है।

हालाँकि, देशान्तर के सन्दर्भ में हम भारत में कहाँ हैं, इस पर निर्भर करते हुए सूरज दोपहर 12 बजे प्रक्षेपपथ के उच्चतम बिन्दु पर नहीं हो सकता है। भारतीय मानक समय (आईएसटी) ग्रीनविच से 82.5 डिग्री पूर्व का समय है। इस देशान्तर पर स्थित सभी बिन्दुओं पर दोपहर 12 बजे (आईएसटी) प्रक्षेपपथ में सूरज अपने उच्चतम बिन्दु पर होगा। इसके पूर्व के स्थानों पर, सूरज दोपहर 12 बजे से पहले प्रक्षेपपथ में उच्चतम बिन्दु पर होगा; और इस देशान्तर के पश्चिम के स्थानों पर, दोपहर 12 बजे के बाद। एक पंचांग हमें बता सकता है कि यह किस समय होगा। या फिर, यदि कोई नक़्शे पर अपनी स्थिति और अपने देशान्तर की पहचान कर सकता है, तो वह यह गणना कर सकता है कि उस स्थान पर सूरज किस समय उच्चतम बिन्दु पर होगा। कैसे? चूँकि प्रत्येक डिग्री पूर्व में 4 मिनट जुड़ेगा और प्रत्येक डिग्री पश्चिम में 4 मिनट कम हो जाएगा, देशान्तर के अन्तर (82.5 डिग्री से) को 4 से गुणा करें। और फिर, आप भूमध्य रेखा के पूर्व में हैं या पश्चिम में, इस आधार पर प्राप्त मान को दोपहर 12 बजे से जोड़ें या घटाएँ।

i wonder... Rediscovering school science

रचनाकार :
रामगोपाल (राम जी) वल्लत मोटीवेशनल वक्ता हैं। बच्चों की लोकप्रिय साइंस फ़िक्शन किताब, *ऊप्स द मायटी गर्गल* के लेखक हैं। स्कूलों में बच्चों को प्रेरणा भरे भाषण देते हैं, विज्ञान कार्यशालाएँ करते हैं। उनसे ramg@azimpremjifoundation.org पर सम्पर्क किया जा सकता है।

अनुवाद : सीमा **पुनरीक्षण** : सुशील जोशी **कॉपी एडिटर** : अनुज उपाध्याय

Azim Premji University



विज्ञान की स्थान आधारित शिक्षा: एकीकरण के अनुभव

पूर्णिमा अरुण और निशान्त

स्थानीय नागरिकों के रूप में हम जिस जीवन-परिदृश्य में रहते हैं, उससे गहराई से जुड़ने की हमारी यात्रा एक लम्बी और लगातार चलने वाली प्रक्रिया है, जो सामूहिक भी है और व्यक्तिगत भी। इस दृष्टि से बच्चे के बड़े होने और दुनिया से जुड़ने की यात्रा में विज्ञान की क्या भूमिका है? विज्ञान शिक्षण को किस तरह प्रोत्साहित किया जाए जो किताबी ज्ञान से आगे जाए?

"कोई भी जगह अपवित्र नहीं होती, केवल तिरस्कृत होती है।" — *वेनडेल बेरी*

समूची पृथ्वी अगर हमारे लिए मायने रखती है, तो उसके लिए यह ज़रूरी है कि हम पहले उस जगह की देखभाल करें जहाँ हम रह रहे हैं। इस जीवन-परिदृश्य से फिर से जुड़ने की हमारी यात्रा एक लम्बी और सतत चलने वाली प्रक्रिया है—गहराई तक समझने की, आनन्द लेने की और देखभाल करने की। यह सामूहिक भी है और

बॉक्स-1 : मरुदम फ़ार्म स्कूल का परिचय

मरुदम फ़ार्म स्कूल, द फ़ॉरेस्ट वे की छत्रछाया में चलता है जो शिक्षा, वनीकरण, पर्यावरण शिक्षा, जैविक खेती में संलग्न एक पंजीकृत ग़ैर-लाभकारी परोपकारी ट्रस्ट है और तमिलनाडु में तिरुवन्नामलाई शहर के पास स्थित है। स्कूल का सफ़र, इसका परिसर और भूमि कई प्रतिबद्ध लोगों के जुनून और ऊर्जा तथा दुनिया भर से मित्रों और दानदाताओं के एक बड़े समुदाय के उदार समर्थन का नतीजा है। साल 2020 तक, मरुदम में 4 से 16 साल उम्र के क़रीब 130 बच्चे, अलग-अलग पदों पर लगभग 30 शिक्षक और कर्मचारी; लगभग 20 निवासी; अनगिनत कुत्ते, बिल्लियाँ, गायें, मुर्गियाँ; और सभी प्रकार की समृद्ध, विविध और लगातार बढ़ती हुई वन्यजीव आबादी निवास करती है। एक जैविक खेत पर स्थित और आठ एकड़ में फैली ज़मीन को हम एक समृद्ध, वास्तविक जीवन और शैक्षिक संसाधन के रूप में लगातार इस्तेमाल करते रहते हैं, जो हमारी सीखने की प्रक्रिया का महत्त्वपूर्ण हिस्सा है। अलग-अलग सांस्कृतिक और सामाजिक पृष्ठभूमियों से निकले एक बेहद विविधतापूर्ण समूह होने के नाते, एकीकरण की समृद्धता हमारे चरित्र का एक अहम हिस्सा है। बहुत थोड़े-से औपचारिक ढाँचे के साथ ऐसे वातावरण में साथ मिलकर काम करना और सीखना कई बार चुनौतीपूर्ण हो सकता है। साथ ही, यह हमेशा दिलचस्प और बहुत फ़ायदेमन्द भी होता है और उबाऊ तो कभी नहीं होता!



चित्र-1 : बच्चे एक-दूसरे के साथ, प्राकृतिक परिदृश्य के साथ और उसके जीवन रूपों के साथ जुड़ रहे हैं।

व्यक्तिगत भी। यह सिद्धान्त मरुदम के काफ़ी सारे कामों के मूल में है (**बॉक्स-1** देखें)।

शिक्षण के बारे में बात करें तो हमारे पास पारिस्थितिक या पृथ्वी विज्ञान हमेशा विषयों के तौर पर नहीं होते, लेकिन सभी कक्षा समूह प्राकृतिक परिदृश्य और उसके जीवन रूपों के साथ जुड़ने में समय व्यतीत करते हैं (**चित्र-1** देखें)।

प्रकृति के साथ फिर से जुड़ने की यह प्रक्रिया कोई बौद्धिक क़वायद नहीं है, बल्कि अनुभव, काम और चिन्तन से निकलने वाली प्रक्रिया है। लोगों के बीच आपसी सम्बन्ध दूसरे सम्बन्धों की तरह ही महत्त्वपूर्ण हैं। अगर हम यह मानते हैं कि हम सभी प्रकृति के साथ फिर से जुड़ने के सफ़र पर हैं, तो हमारे लिए एक-दूसरे से और एक-दूसरे के साथ सीखना ज़रूरी हो जाता है। शिक्षकों को उनसे भी सीखना चाहिए जिन्हें वे पढ़ाते हैं क्योंकि बच्चों में अक्सर ज़्यादा पैनी समझ और संवेदनशीलता होती है। दूसरी ओर, बच्चों सहित सभी को अपने सीखने की ज़िम्मेदारी ख़ुद लेनी चाहिए। इस मायने में, कक्षाओं को चलते हुए अनुबन्धों की तरह देखा जा सकता है जिन पर समूह में चर्चा की जाती है और निर्णय लिए जाते हैं। इस तरह देखें तो विज्ञान क्या है और

बॉक्स-2 : विज्ञान शिक्षा के लिए हमारी कुछ पद्धतियाँ

विज्ञान को सिखाने और सीखने के लिए हमारी कुछ पद्धतियाँ हैं जिनके बारे में हमने इस लेख के शुरूआती हिस्से में विस्तार से बताया था (आई वंडर के दिसम्बर, 2021 के अंक में प्रकाशित...):

- **विज्ञान सीखने के लिए ज़मीन से शुरुआत :** विज्ञान के सबसे सकारात्मक पहलू किसी बच्चे के अपने परिवेश को देखने और अपने आस-पास की अलग-अलग चीज़ों के बारे में कैसे और क्यों जैसे सवाल पूछने से शुरू हो सकते हैं। बच्चा खुली चर्चा में शामिल होकर अपने अवलोकनों के बारे में सीखता है और उन्हें उन चीज़ों से जोड़ता है जो उसने सुनी या पढ़ी हैं। इसमें ज्ञान का वह ख़जाना भी शामिल है जो विज्ञान मुहैया कराता है। असल में, माध्यमिक स्कूल तक ज़मीन से शुरू करके सीखने पर ज़्यादा ज़ोर देना सही ही है। बच्चे की स्वाभाविक जिज्ञासा को पूरा करने के लिए, हम उसे आस-पड़ोस और उसके बाहर की कई चीज़ों से अवगत कराते हैं।
- **विज्ञान के कई नज़रियों को एक साथ लाना :** अक्सर ऐसा लगता है कि विज्ञान ही ज्ञान का एकमात्र व्यवस्थित ढाँचा है। इसके अलावा, बहुत सारा वैज्ञानिक ज्ञान यह मानकर रचा गया है कि पृथ्वी पर मानव का प्रभुत्व है। विज्ञान के इन पहलुओं के सामने आने पर उन पर सवाल उठाया जाना चाहिए और प्रश्न उठाने से आगे जाकर उन्हें अलग-अलग दृष्टिकोणों के रूप में एकीकृत किया जाना चाहिए। यह ज़रूरी है कि कोर्स की किताबों में पाए जाने वाले विज्ञान को ज्ञान के केवल एक रूप के तौर पर समझा जाए और यह स्वीकार किया जाए कि सार्वभौमिक नियमों पर ज़ोर देते हुए हम अक्सर प्रकृति की सुन्दर जटिलताओं को अनदेखा कर देते हैं।
- **सन्दर्भ की समझ का निर्माण :** विज्ञान के विविध दृष्टिकोणों को एक साथ लाने के अलावा विज्ञान को उसके सही सन्दर्भ में रखना भी ज़रूरी है। ऐसा करने के लिए हमें अक्सर उसके इतिहास और समाजशास्त्र में जाना पड़ता है।
- **अवधारणाओं का जाल बुनना :** चूँकि विज्ञान के अलग-अलग लगने वाले सभी विभाग असल में आपस में जुड़े हुए हैं और एक-दूसरे पर टिके हुए हैं, विज्ञान की किसी भी अवधारणा की व्याख्या करने से अक्सर दसियों तरह की दूसरी अवधारणाएँ सामने आ जाती हैं! आपस में जुड़ी हुई हवा में टँगी इन अवधारणाओं की समस्या का हल निकालने के लिए, अक्सर पाठ्यक्रम का पुनर्गठन मददगार साबित होता है। यह उन थीम्स के साथ किया जा सकता है जो हमें किसी ख़ास जगह पर एक बच्चे के समृद्ध अनुभवों से लाभ लेने में मदद करती हैं।

शिक्षा में इसकी क्या जगह है? विज्ञान से जुड़े शिक्षकों के तौर पर, हम अपनी समझ इन सवालों पर किस तरह लागू करते हैं (**बॉक्स-2** देखें)?

मतभेदों को शामिल करना

हमारे फ़लसफ़े का प्रमुख सिद्धान्त यह है कि हम बच्चों और वयस्कों दोनों में उनकी पृष्ठभूमि और पारिवारिक जीवन की विविधता को महत्त्व देते हैं। हम यह भी मानते हैं कि हरेक बच्चे की यात्रा अलग होती है। मिसाल के तौर पर, जहाँ कुछ बच्चे विज्ञान के नज़रिए को महत्त्व देते हैं, तो दूसरे कोई हस्तकौशल वाला काम पसन्द करते हैं और अन्य आपसी सम्बन्धों को लेकर उत्साहित होते हैं। यहीं पर सीखने में मददगार के तौर पर हम अवधारणात्मकता पर अपने फोकस को लेकर सवाल उठा सकते हैं और सम्प्रेषण और बुद्धिमत्ता के दूसरे रूपों के लिए जगह बना सकते हैं।

एक और उदाहरण में, जिस तरीक़े से कुछ बच्चे विज्ञान के साथ जुड़ते हैं, उसका संवेग बढ़ता जा सकता है। क्योंकि वह उनके लिए ज़्यादा-से-ज़्यादा चीज़ों को एक-दूसरे के साथ तेज़ी से जोड़ने में मदद करता है। दूसरों के लिए, विज्ञान लगातार कम सार्थक होता जाता है, क्योंकि इसके मूल विचारों के साथ अलगाव बढ़ता चला जाता है। कुछ मामलों में, विज्ञान में भागीदारी की कमी के पीछे एक भावनात्मक अवरोध भी होता है। यही कारण है कि बच्चों के लिए हम उनकी भावनाओं को साझा करने के कई मौक़े पैदा करते हैं। नियमित साझेदारी समूह (शेअरिंग सर्कल) के अलावा थिएटर की कक्षाओं का नियमित आयोजन इस तरह की अभिव्यक्ति के लिए जगह बनाता है। इसके साथ-साथ, नियमित औपचारिक और अनौपचारिक बैठकों के दौरान बच्चे की सीखने की यात्रा को लेकर शिक्षकों की व्यक्तिगत समझ को एक-दूसरे के साथ साझा करने के लिए प्रोत्साहित किया जाता है। यह बाल-केन्द्रित प्रणाली में भी महत्त्वपूर्ण है। क्योंकि जब बच्चे के शिक्षक संवाद नहीं करेंगे तो मुमक़िन है कि बच्चे की समूची यात्रा में आने वाली रुकावट पर ध्यान न जाए। यह ध्यान रखना ज़रूरी है कि अलगाव को लेकर सहज महसूस करें। अगर बच्चा इसके लिए तैयार है, तो हम बुनियादी चीज़ों पर फिर से काम करते हैं। अगर नहीं, तो हम इस बात को मान लेते हैं कि विज्ञान का नज़रिया इस समय उनकी सीखने की यात्रा का हिस्सा शायद न हो।

यह एक साथ कैसे जुड़ता है

यहाँ के बच्चों में कई भिन्नताओं के बावजूद कुछ चीज़ें एक-सी हैं। जब वे बाहर होते हैं तो उनमें एक जीवन्तता होती है; ट्रेकिंग, कैंपिंग, बाग़वानी, डांस, खेल-कूद या जिमनास्टिक करते समय उनके शरीर में एक उत्साह दिखाई देता है जिसका वे आनन्द लेते हैं। वे इस बात का इन्तज़ार नहीं करते कि कोई बाहरी चीज़ उन्हें उद्दीपन प्रदान करेगी। वे अपने ख़ुद के खेल बनाने और उन्हें खेलने के लिए तैयार रहते हैं। उनका ख़ुद के साथ एक गहरा सम्बन्ध है जिसकी वजह से वे सामूहिक रूप से काम करते हुए भी अपनी भावनाओं को ध्यान में रखते हैं। प्रकृति के साथ उनका गहरा व्यक्तिगत रिश्ता भी है जो अलग-अलग तरीक़ों से व्यक्त होता है। अगर उन्हें महसूस होता है कि वे कुछ समय के लिए अकेले रहना चाहते हैं, तो वे किसी चट्टान पर या किसी पेड़ के नीचे बैठने से नहीं हिचकते (**चित्र-2** देखें)।

हम देखते हैं कि ये बच्चे माध्यमिक स्कूल तक पहुँचने से पहले ही, अपने अनुभवों से सीखने लगते हैं और ख़ुद ही कड़ियाँ बनाना शुरू कर देते हैं। वे अलग-अलग स्तर की पूछताछ में शामिल होने लगते हैं। उदाहरण के लिए, एक तालाब के पारिस्थितिक तंत्र का अवलोकन करते समय, उनके प्रश्न केवल वहीं तक सीमित नहीं होते जो वे देख रहे हैं। सम्भव है कि वे काल्पनिक स्थितियों के बारे में भी सोचने लगेंगे, जैसे — जब तालाब सूख जाएगा तो क्या होगा? जब बारिश होती है और तालाब भर जाता है तो जीवन कैसे लौटता है? उनके प्रश्न पूछने के तरीक़े और चीज़ों का आनन्द लेने तथा उनकी सराहना करने में भी एक गहराई दिखाई देती है। अगर कोई चीज़, यहाँ तक कि कोई वैज्ञानिक तथ्य भी उनके अनुभव



चित्र-2 : मरुदम फ़ार्म स्कूल के बच्चों का प्रकृति के साथ एक गहरा नाता है।

Credits: Teacher, Marudam Farm School. License: CC-BY-NC.

से मेल न खाए, तो वे उससे सहमत होने की जल्दी नहीं दिखाते। साथ ही, वे ऐसी मेल न खाने वाली चीज़ को स्वीकार करके अपने प्रश्न को यह सोचकर भविष्य के लिए खुला रख सकते हैं कि कभी-न-कभी इसका समाधान सम्भव है।

हम देखते हैं कि बच्चे सार्वभौमिक अवधारणाओं के साथ धीरे-धीरे परिचित



चित्र-3 :कई बच्चे प्रकृति के साथ अपने सम्बन्ध को कविता और कला के रूप में व्यक्त करते हैं।

Credits: Teacher, Marudam Farm School. License: CC-BY-NC.

होते हुए अपने ज्ञान को औपचारिक रूप देने लगते हैं। पारिस्थितिक तंत्र का अध्ययन और आगे यह एहसास कि कुछ जीवित वस्तुएँ ख़ुद ही एक पारिस्थितिक तंत्र हैं (जैसे एक गूलर का पेड़ सैकड़ों प्रजातियों का घर होता है) अनुकूलन, प्रजनन, प्रवास, पारिस्थितिक आवास जैसी अवधारणाओं की शुरुआती ठोस समझ और उनके प्रति प्रशंसा का भाव पैदा करता है। हम यह भी देखते हैं कि बच्चे अन्दर से यह समझने लगते हैं कि वे एक खाद्य जाल का हिस्सा हैं और इस एहसास से प्रकृति को लेकर उनका अनुभव बदल जाता है। यहाँ तक कि अपने आस-पास के साधारण तथ्य जिन्हें हमेशा 'सामान्य' माना जाता रहा है, अब ज़्यादा महत्त्व लेने लगते हैं। मिसाल के तौर पर,



चित्र-4 : ज़मीन पर रहते हुए नए क्षितिज पर पहुँचना।

Credits: Teacher, Marudam Farm School. License: CC-BY-NC.

तिलचट्टे, छिपकली और चींटियाँ जो हमेशा हमारे घरों में रहते हैं, उन्हें अब केवल ऐसे प्राणियों के रूप में नहीं देखा जाता जिनके साथ हम जगह साझा करते हैं, बल्कि उन्हें अब हमारे अपने स्थानीय पारिस्थितिक तंत्र के हिस्से के तौर पर देखा जाने लगता है।

बच्चों में अपनी विशेष स्थिति की समझ भी विकसित होने लगती है। वे इस प्रणाली का हिस्सा होने की गम्भीरता को पहले की तुलना में ज़्यादा तीव्रता और सजगता के साथ अनुभव करते हैं। वे इस बात को और ज़्यादा साफ़ ढंग से देखने लगते हैं कि प्राकृतिक प्रक्रियाओं के साथ इन्सानी भागीदारी बाक़ी जीवित प्राणियों की तुलना में अलग है और इन्सान उसे नुक़सान पहुँचाने में ज़्यादा सक्षम है। इस तरह की समझ प्रकृति के साथ एक ज़्यादा व्यक्तिगत जुड़ाव की ओर ले जाती है जिसमें सहानुभूति और ज़िम्मेदारी भी उतनी ही होती है जितना कि उत्साह और कौतूहल। यह कई रूप ले सकता है, उदाहरण के लिए, शहरी क्षेत्रों में पालतू जानवरों और घरेलू पौधों के साथ बच्चों के गहरे सम्बन्ध विकसित होते हैं।

इस विकास का एक दूसरा पहलू यह है कि बच्चे संवेदी अनुभवों को पहले की तुलना में ज़्यादा गहरे और ज़्यादा भावनात्मक स्तर पर समझने लगते हैं। उदाहरण के लिए, हम देखते हैं कि छोटे बच्चों के लिए बारिश का अनुभव उमंग से भरा हो सकता है क्योंकि वे बारिश में खेलना पसन्द करते हैं। इसके उलट, एक बड़ा बच्चा बारिश और दूसरे बच्चों को बारिश में खेलते हुए देखने का आनन्द ले सकता है, साथ ही बारिश द्वारा प्रदान किए जाने वाले जीवन अवलम्ब के महत्त्व को समझ सकता है। उनमें से कई बच्चे प्रकृति के साथ अपने सम्बन्ध को कविता और कला के रूप में अभिव्यक्त करने लगते हैं। जैसे-जैसे प्रकृति के साथ बच्चे का सम्बन्ध गहरा होता जाता है, वह पारिस्थितिकी में ज़्यादा जटिल अवधारणाओं को समझने के लिए तैयार होने लगता है, जैसे जैव विविधता और संरक्षण (**चित्र-3** देखें)।

जीवन की चुनौतियों का सामना

कुछ हद तक, विज्ञान हरेक बच्चे के बड़े होने और बाहरी दुनिया से जुड़ने की उसकी

बॉक्स-3 : ढर्रा सोच को चुनौती देना

जीवन की चुनौतियों से निपटने में बच्चों की मदद करने वाली कई पद्धतियाँ विज्ञान के ढाँचे से परे हैं :

- एक प्रमुख पद्धति है, बाहर रहना सीखना और इसके साथ सहज होने के तरीक़े खोजना। जंगल में अकेले रहना, तैरना सीखना या चट्टान पर चढ़ना या खो जाने पर किसी भूदृश्य के ज़रिए अपना रास्ता खोजना कई डर पैदा कर सकते हैं। लेकिन ये विकास के अवसर भी हैं और यह विकास गहरा और निरन्तर होता है। यहाँ तक कि जो एक ही जंगल में कई बार गया है, उसे भी ख़ुद को चुनौती देने के नए-नए तरीक़े मिलेंगे। हम अक्सर जान-बूझकर खो जाने का अनुभव करते हैं! हमारे भीतर कोई चीज़ इसकी ओर आकर्षित होती है क्योंकि वापसी का रास्ता ढूँढ़ने का रोमांच बहुत पुष्टिकारक होता है। यह ख़ुद के प्रति विश्वास, भूदृश्य में विश्वास और इससे जुड़े होने की भावना पैदा करता है। पहाड़ी पर एक चट्टान है जिसे हम सारुकू पाराई या फिसलने वाली चट्टान कहते हैं। अपनी साप्ताहिक सैर के दौरान हम अक्सर इसके पास जाते हैं। इस पर चढ़ना हममें से कई लोगों को दुविधा में डाल देता है। हम चुनौती को अपनी गति से स्वीकार करना सीखते हैं। कुछ ख़ूबसूरत यात्राएँ वहीं शुरू हुई हैं, उसी चट्टान की तलहटी पर।
- एक और पहलू जिस पर हम ज़ोर देते हैं, वह है भावनाओं को लेकर खुलापन, साथ ही भावनात्मक रूप से लचीलापन। इसमें सुरक्षित जगहें बनाकर मदद की जाती है जिसमें बच्चे इस बात को बेहद संवेदनशीलता के साथ व्यक्त कर सकते हैं कि वे अपने जीवन में कहाँ हैं। अपनी ख़ुद की यात्रा के अनुभव साझा करने में उनकी ओर से गहन चिन्तन की ज़रूरत होती है, जो बदले में उन्हें ज़्यादा जागरूक विद्यार्थी बनने में मदद करता है। यह हमें उन सभी को पहचानने, सराहने और उनकी देखभाल करने के लिए भी प्रोत्साहित करता है जो हमारा साथ दे रहे हैं — मनुष्य और ग़ैर-मनुष्य। बच्चे समानुभूति के साथ दूसरों की बात सुनना भी सीखते हैं। यह एक ऐसा कौशल है जो वयस्कों में कम ही दिखाई देता है। सलाह या सांत्वना के साथ तत्काल प्रतिक्रिया दिए बिना किसी की बात सुनना या इसे ख़ुद के जीवन के पहलुओं से जोड़ना कई बार हमारे लिए सीखी हुई चीज़ों को भूलने जैसा होता है।
- जिन चीज़ों को हम अपने आस-पास घटता हुआ देखते हैं उन्हें लेकर सवाल करना और पड़ताल करना भी जीवन की चुनौतियों से निपटने में इस तरह महत्त्वपूर्ण है कि विज्ञान की मदद के बावजूद वह अक्सर इससे आगे निकल जाता है। हम कीटनाशकों के बारे में बात क्यों करते हैं, जबकि कई बार हम इसकी मदद से उगाए गए आलू खाते हैं? गाँवों की जीवनशैली ऐसी क्यों होती है? किसका घर कहाँ है यह किस बात से तय होता है? कुछ लोग ऐसा क्यों मानते हैं कि मोबाइल फ़ोन का बहुत ज़्यादा इस्तेमाल नुक़सानदेह हो सकता है? ख़ुद की और अपने समाज की बेहद गहरी पैठ वाली आदतें एक ऐसी चीज़ है जिस पर हम सभी को सोचना चाहिए।

यात्रा का हिस्सा होता है (**बॉक्स-3** देखें)। जीवविज्ञान के विषय अक्सर बच्चों को ख़ुद के बदलते शरीर, स्वास्थ्य और चिकित्सा के बारे में गहरी बातचीत करने में मदद करते हैं। पारिस्थितिक अवधारणाओं का अध्ययन प्रकृति के साथ बीतने वाले उनके समय में कुछ नया जोड़ता है, जैसे वे क्या देखते हैं और अपने अवलोकनों को कैसे साझा करते हैं। भौतिकी और रसायनविज्ञान की अवधारणाएँ यह समझने में मदद कर सकती हैं कि अनिर्वहनीय प्रौद्योगिकी के साथ जुड़ी समस्याएँ कहाँ से पैदा होती हैं। विज्ञान उन्हें बदलती हुई दुनिया के बारे में बात करने और बड़े पैमाने पर हो रही घटनाओं को दैनिक गतिविधियों से जोड़कर देखने के लिए एक ढाँचा भी देता है (**चित्र-4** देखें)। उदाहरण के लिए, मोटर वाहनों के इस्तेमाल को जलवायु परिवर्तन के साथ जोड़ने से वे अपने परिवहन विकल्पों के बारे में ज़्यादा जागरूक हो जाते हैं। उनमें से कई बच्चे चलने, दौड़ने और साइकिल चलाने के साथ रिश्ता बनाने लगते हैं।

इसी तरह, खेती के रासायनिक और औद्योगिक तरीक़ों के बारे में अध्ययन करने से उन्हें जैविक तरीक़ों से लगाए गए अपने बग़ीचों को सराहने में मदद मिलती है, साथ ही उनसे और आस-पास के खेतों से मिलने वाले भोजन के बारे में भी। वे इनमें से कई चीज़ों के बारे में अपने परिवार के लोगों से बात भी कर पाते हैं।

एक बच्चे को दुनिया के साथ बराबरी के स्तर पर खड़ा होने के लिए यह भी महत्त्वपूर्ण है कि वह सकारात्मक और जीवन को पुष्ट करने वाले काम को करने में सशक्त महसूस करे। यह काम पेड़-पौधों की देखभाल करना, बग़ीचे के किसी हिस्से की देखरेख करना, बीज इकट्ठा करना, जानवरों की देखभाल करना, खेत के कामों में भाग लेना, दूसरे बच्चों या वयस्कों की सीखने की यात्रा में उनकी मदद करना, समुदाय के लिए खाना

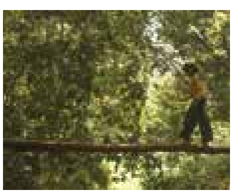
बनाना, किसी हस्तकौशल में तल्लीन होना वग़ैरह कुछ भी हो सकता है। यह सम्बन्धों के उनके अपने स्थानीय पारिस्थितिक तंत्र के भीतर शुरू होता है और धीरे-धीरे बाहर की ओर बढ़ता है।

हम देखते हैं कि कई पद्धतियाँ जो बच्चों को जीवन की चुनौतियों का सामना करने में मदद करती हैं, वे एक ऐसे समाज के लिए भी महत्त्वपूर्ण होती हैं (बेशक वयस्कों समेत) जो पृथ्वी के साथ और ज़्यादा तालमेल बिठाने की स्थिति में पहुँचना चाहता है। तब सामान्य तौर पर विज्ञान और शिक्षा के प्रति हमारा नज़रिया, प्रकृति के साथ फिर से जुड़ने और उसकी देखभाल करने के हमारे नज़रिए से अलग नहीं रह जाता।

चलते-चलते

यहाँ हमने मरुदम में प्रचलित कुछ सामान्य पद्धतियों के बारे में बताने की कोशिश की है, लेकिन अभी बहुत कुछ साझा किया जाना बाक़ी है जो हम वास्तव में सीखने की व्यक्तिगत और सामूहिक यात्राओं में देखते हैं। इन 'एकीकरण के अनुभवों' को व्यक्त करना हमारे लिए आत्म-चिन्तन की तरह रहा है और उम्मीद है कि यह अन्य पेशेवरों के लिए भी दिलचस्प होगा।

मुख्य बिन्दु



- शिक्षकों के तौर पर, हमें विद्यार्थियों को विज्ञान की परस्पर सम्बन्धित अवधारणाओं को इस तरह समझने में मदद करने में सक्षम होना चाहिए कि उन्हें बदलती दुनिया के बारे में बात करने के लिए एक ढाँचा मिल सके। यह कई बार हमारे विद्यार्थियों के समृद्ध अनुभवों को शामिल करके पाठ्यक्रम को पुनर्गठित करने में मदद करता है।
- बच्चों को ख़ुद के साथ एक गहरा सम्बन्ध विकसित करने का मौक़ा मिलना चाहिए जिससे वे सामूहिक रूप से काम करते हुए भी अपनी भावनाओं को ध्यान में रख सकें।
- एक बच्चे को दुनिया के साथ बराबरी के स्तर पर खड़ा होने के लिए यह भी महत्त्वपूर्ण है कि वह सकारात्मक और जीवन-पुष्टि करने वाले काम करने में सशक्त महसूस करे।
- हमें यह स्वीकार करने के लिए भी तैयार रहना चाहिए कि हो सकता है, किसी क्षण पर विज्ञान का नज़रिया शायद बच्चे की सीखने की यात्रा का हिस्सा न हो और जब ऐसा हो तो इस पर लौटने के लिए हमें तैयार रहना चाहिए।
- शिक्षकों के तौर पर, हमें किसी धारणा को लेकर ख़ुद के विचार पर सवाल उठाने, साथ ही सम्प्रेषण और बुद्धिमत्ता के दूसरे रूपों के लिए जगह बनाने के लिए तैयार रहना होगा।
- शिक्षक के तौर पर हमारे लिए यह भी महत्त्वपूर्ण है कि बच्चे की सीखने की यात्रा के बारे में अपनी व्यक्तिगत समझ को साझा करने के लिए हमारे पास औपचारिक और अनौपचारिक मंच हों।

पूर्णिमा अरुण मरुदम फ़ार्म स्कूल की संस्थापक सदस्य और प्रधान शिक्षिका हैं। इस स्कूल की शुरुआत 2009 में 20 बच्चों के साथ हुई थी और अभी इसमें लगभग 120 बच्चे हैं। पूर्णिमा पाठ्यक्रम विकसित करने से लेकर शिक्षक प्रशिक्षण और प्रशासन तक, स्कूल चलाने के हर पहलू में शामिल रहती हैं। वह पिछले 20 सालों से अपनी कक्षाओं में विज्ञान के लिए नई पद्धतियाँ विकसित करने में भी शामिल रही हैं। पूर्णिमा मरुदम में आठ सालों से एक वार्षिक हस्तकौशल सप्ताह का आयोजन करती आ रही हैं, जिसमें कई पारम्परिक शिल्पकार और कलाकार आते हैं और अलग-अलग स्कूलों से आए बच्चों को अपना कौशल सिखाते हैं। वह पिछले सात वर्षों से वैकल्पिक शिक्षा नेटवर्क की सक्रिय सदस्य भी रही हैं और तीन साल पहले उन्होंने तमिलनाडु चैप्टर शुरू करने में भी काफ़ी महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाई थी।

निशान्त पिछले कुछ सालों से पढ़ाना सीख रहे हैं, वे ज़्यादातर मरुदम में और गर्मियों के दौरान नेपाल में मार्फ़ा फ़ाउण्डेशन में व्यस्त रहते हैं। पारिस्थितिक विज्ञान में उनकी उतनी ही रुचि है जितनी बाग़वानी करने और जंगलों में है। इन सबको सामूहिक ढंग से सीखने के अनुभवों के रूप में एक साथ लाने की प्रक्रिया उन्हें एक सतत चुनौती की तरह लगती है। उनकी सामंजस्यपूर्ण जीवन जीने की पद्धतियों में भी गहरी रुचि है, ख़ासतौर पर सामुदायिक जीवन के सन्दर्भ में। **अनुवाद :** अरविन्द गुप्ते **पुनरीक्षण :** सुशील जोशी **कॉपी एडिटर :** अनुज उपाध्याय

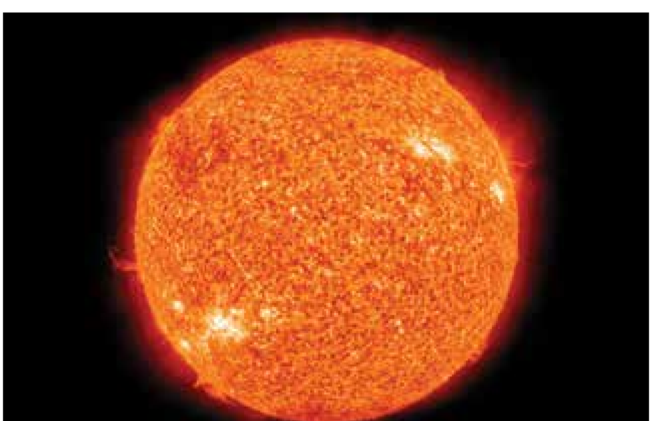


हम कैसे जानते हैं कि तारें किन चीज़ों से बने हैं?

राजाराम नित्यानन्द

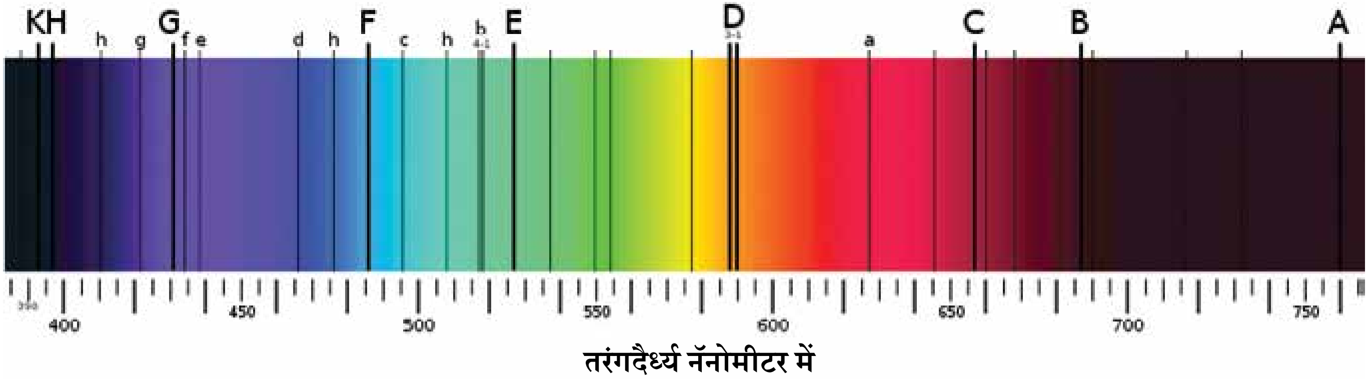
वैज्ञानिक किसी वस्तु, यहाँ तक कि बहुत दूर किसी तारे, से निकलने वाले विकिरण के वर्णक्रम का अध्ययन करके उनमें उपस्थित अलग-अलग तत्वों की पहचान करते हैं। वर्णक्रम का मतलब होता है कि ऊर्जा अलग-अलग तरंगदैर्ध्य में किस तरह वितरित होती है। दृश्य प्रकाश सन्दर्भ में ये अलग-अलग रंगों का प्रतिनिधित्व करती है।

आइए इसे और बेहतर तरीक़े से समझते हैं। हम जानते हैं कि परमाणु में नाभिक के आस-पास चक्कर लगाते इलेक्ट्रॉन निश्चित ऊर्जा स्तर पर होते हैं। जब कोई इलेक्ट्रान उच्च ऊर्जा स्तर से निम्न ऊर्जा स्तर पर आता है तब परमाणु उन दोनों ऊर्जा स्तरों के बीच अन्तर के बराबर ऊर्जा उत्सर्जित करता है। यह ऊर्जा प्रकाश के कण के रूप में उत्सर्जित होती है, जिसे हम फोटॉन कहते हैं। इसके विपरीत, जब किसी इलेक्ट्रान को कम ऊर्जा स्तर से अधिक ऊर्जा स्तर पर जाना होता है तो परमाणु को बाहर से आने वाले फोटॉन के रूप में फोटॉन ऊर्जा की ज़रूरत होती है, जिसकी ऊर्जा उन दो स्तरों के बीच के अन्तर के बराबर हो। इस फोटॉन को अवशोषित कर लिया जाता है। फोटॉन का प्रस्ताव आइंस्टाइन ने 20वीं शताब्दी के शुरू में दिया था और भौतिकशास्त्री स्वीकार करते हैं कि फोटॉन का व्यवहार तरंग जैसा भी हो सकता है। उच्चतर ऊर्जा वाले फोटॉन कमतर तरंगदैर्ध्य वाली तरंगों की तरह व्यवहार करते हैं। इसीलिए, उदाहरण के तौर पर, नीले रंग के फोटॉन जिनकी ऊर्जा लाल रंग के फोटॉन से अधिक है, उसकी तरंगदैर्ध्य लाल रंग से कम है। अन्त में हम यह भी जानते हैं कि प्रत्येक तत्व में अलग-अलग स्तर की ऊर्जा निश्चित होती है। इसलिए किसी एक तत्व से निकलने वाली और अवशोषित होने वाली ऊर्जा निश्चित तरंगदैर्ध्य की होती है। ये तरंगदैर्ध्य, किसी परमाणु में ऊर्जा स्तरों में अन्तर से परिभाषित की जाती है। हम इस ज्ञान का उपयोग किसी वस्तु से निकलने वाले विकिरण के वर्णक्रम के विश्लेषण में करते हैं। यदि किसी वस्तु से मिलने वाले विकिरण में कोई आवृत्ति कमज़ोर या अनुपस्थित होती है तो हम अनुमान लगा सकते हैं कि यह विकिरण ऐसे तत्वों से होकर गुज़र रहा है जो इस विशेष तरंगदैर्ध्य को अवशोषित करते हैं।



चित्र-1 : हमारे सूर्य की तस्वीर

Credits: NASA/SDO (AIA), Wikimedia Commons. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/File:The_Sun_by_the_Atmospheric_Imaging_Assembly_of_NASA%27s_Solar_Dynamics_Observatory_-_20100819.jpg. License: CC-BY.



चित्र-2 : सौर वर्णक्रम में फ्रानहॉफ़र रेखाएँ।

Credits: Uploaded by nl:Gebruiker:MaureenV & modified by Cepheiden, Wikimedia Commons. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/File:Fraunhofer_lines.svg. License: Public Domain.

चलिए, अपने सूर्य का उदाहरण लेकर यह समझने की कोशिश करते हैं कि हम इसे तारों के अध्ययन के लिए कैसे उपयोग करते हैं (**चित्र-1** देखें)। सूर्य की सतह से निकलने वाला प्रकाश लगभग एक सतत वर्णक्रम बनाता है, जिसमें तरंगदैर्ध्यों की शृंखला होती है। अलबत्ता, जब यह प्रकाश सूर्य के बाहरी वातावरण से गुज़रता है तो प्रकाश की विशेष तरंगदैर्ध्य अवशोषित हो जाती हैं। इसके परिणामस्वरूप हमें एक ऐसा वर्णक्रम मिलता है जिसमें स्पष्ट अवशोषण रेखाएँ होती हैं (**चित्र-2** देखें)।

प्रयोगशाला में किए गए प्रयोग भी सोडियम, कैल्शियम, मैग्नीशियम, लौह और अन्य तत्वों के ऐसे ही अवशोषण हस्ताक्षर दिखाते हैं। हम जानते हैं कि ये तत्व ज़्यादा गर्म आन्तरिक परत से आने वाले सतत वर्णक्रम से बहुत विशिष्ट तरंगदैर्ध्य को फ़िल्टर करते हैं।

खगोलविद इन रेखाओं का मिलान तत्वों के ज्ञात स्पेक्ट्रम से करते हैं और इस तरह वे सूर्य के वातावरण में उपस्थित गैसों का पता लगा पाते हैं।

यदि ऐसा हो कि सूर्य के वर्णक्रम में कोई अवशोषण रेखा किसी भी ज्ञात तत्व से मेल नहीं खाती हो, तो? इसका एक उदाहरण फ्रेंच खगोलविद जेस जैन्सेन द्वारा 18 अगस्त 1868 को गुन्टूर (आजकल के आन्ध्र प्रदेश में) में पूर्ण सूर्यग्रहण के दौरान लिए गए सूर्य के वर्णक्रम में देखने को मिलता है। सूर्यग्रहण सूर्य की बाहरी परत से विकिरित उत्सर्जन को देखने का एक बिरला अवसर प्रदान करता है जब मुख्य चकती की चकाचौंध उसे धुँधला नहीं कर पाती।

प्रकाश की इन पट्टियों के विश्लेषण से जैन्सन ने एक बहुत ही तेज़ पीली उत्सर्जन रेखा देखी जो 588 नेनोमीटर से कम पर थी। यह रेखा धरती पर उस समय मिलने वाले तत्वों में से किसी से भी मेल नहीं खाती थी। 20 अक्टूबर 1868 को अँग्रेज़ खगोलशास्त्री नार्मन लॉकेयर ने इसी असामान्य पीली रेखा को एक अलग प्रयोग में देखा। लॉकेयर ने इसे पृथ्वी के बाहर पाए जाने वाले नए तत्व के रूप में पहचाना और इसका नाम हीलियम रखा जो helios यानी सूर्य पर आधारित था। हेलिऑस सूर्य का साकार यूनानी रूप है। 1882 में जाकर इसी वर्णक्रम रेखा को इटली के भौतिकशास्त्री ल्यूगी पामिएरी ने इटली के माउंट वेसुविऊस के लावा के विश्लेषण के दौरान देखा, लगभग अक्रियाशील आणविक गैस के रूप में। यह पहला संकेत था कि हीलियम पृथ्वी पर भी पाई जाती है। इसकी पुष्टि 1894 में तब हुई जब स्कॉटिश रसानज्ञ विलियम रैमसे ने क्लेवाइट खनिज को अम्ल से उपचारित करके पृथक किया। हीलियम एकमात्र तत्व है जिसे खगोलशास्त्रियों ने खोजा। जेन्सन और लॉकेयर को इसका संयुक्त श्रेय मिला।



राजाराम नित्यानन्द अज़ीम प्रेमजी विश्वविद्यालय, बेंगलूरु में पढ़ाते हैं। इससे पहले वे पुणे में नेशनल सेंटर फ़ॉर रेडियो ऐस्ट्रोफिज़िक्स (NCRA) में थे और उससे भी पहले रमन रिसर्च इंस्टिट्यूट (आरआरआई), बेंगलूरु में। वे तीन साल तक विज्ञान शिक्षा पत्रिका रेज़ोनन्स के सम्पादक रहे हैं। उनका अधिकतर काम सैद्धान्तिक रहा है — प्रकाश और खगोलशास्त्र से सम्बन्धित भौतिकी में। इसलिए इसमें गणनाएँ भी शामिल हैं। उन्हें विद्यार्थियों और सहकर्मियों की मदद करने में आनन्द आता है — इनमें से कई प्रयोगकर्ता हैं और कई तो उनके अपने संस्थान से बाहर के हैं। **अनुवाद :** अर्पिता व्यास **पुनरीक्षण :** सुशील जोशी **कॉपी एडिटर :** अनुज उपाध्याय



जोड़ें सीखने को प्राकृतिक संसार से

नेचर क्लासरूम

पूरी प्रकृति की कल्पना एक कक्षा के रूप में करें — एक ऐसा स्थान जहाँ शिक्षक और विद्यार्थी एक साथ निरीक्षण करते हैं, सीखते हैं और सोचते हैं। आपका प्रकृति में किन प्राणियों और घटनाओं से सामना होगा और आप क्या देखेंगे? इन अनुभवों से किस तरह के सवाल और सीख उभर सकती है?

“अरे! देखो तो वह कितनी सुन्दर है — उसका गहरा हरे पन्ने (emerald) जैसा रंग देखो!” यह बात बेंगलूरु के बाहरी इलाक़े की सैर करते प्राथमिक विद्यालय के शिक्षकों के एक समूह ने लाल बुनकर चींटियों (*Oecophylla Smaragdina*) की रानी को देख चकित होकर कही। (**चित्र-1** देखें)। हाथों में हैंडलेंस और बायनॉक्यूलर लेकर बीस मिनट की खोज और अवलोकन ने इस समूह की कई रमणीय जीवों और कहानियों से नज़दीकियाँ बढ़ाईं। (**चित्र-2** देखें)।

'प्रकृति' शब्द हममें से प्रत्येक व्यक्ति के लिए अलग-अलग छवियों, अर्थों और यादों का सबब बन सकता है (**बॉक्स-1** देखें)। तो स्कूल शिक्षकों और शिक्षाविदों के साथ आयोजित



चित्र-1 : लाल बुनकर चींटी (*Oecophylla smaragdina*) की रानी जिसने शिक्षिकाओं का ध्यान आकर्षित किया।



चित्र-2 : वर्ष 2019 में आयोजित एक प्रकृति अध्ययन कार्यशाला के दौरान स्कूली शिक्षकों का सम्पर्क प्रकृति के कई अचम्भों से हुआ।

बॉक्स-1 : 'प्रकृति' क्या है?

जब आप 'प्रकृति' के बारे में सोचते हैं तो आपके दिमाग़ में क्या छवियाँ, विचार और यादें उभरती हैं?

हममें से प्रत्येक व्यक्ति की 'प्रकृति क्या है' को लेकर अपनी कल्पना, समझ और विचार होते हैं। यह हमारे जिये हुए अनुभवों, स्थानों और वहाँ के विभिन्न निवासियों जिनको हमने देखा-जाना है, जिनसे हमने मेलजोल बनाया है, जिनसे हमदर्दी महसूस की है, और हमारे जीवन और विश्वासों की वर्तमान योजना में क्या फिट बैठता है, पर आधारित हो सकते हैं। किसी वन्य और पारिस्थितिक रूप से समृद्ध स्थान की कल्पना उस तंत्र को समझने व अध्ययन करने वाले किसी पारिस्थितिकीविद के लिए उस व्यक्ति से बहुत अलग हो सकती है जिसका प्रकृति से सम्पर्क एक निहायत शहरी परिस्थिति में हुआ है। नेचर क्लासरूम में हम प्रकृति को हर उस चीज़ के रूप में देखते हैं, जो हमारे साथ इस दुनिया की निवासी है और हम मनुष्य इसके हिस्से हैं। शिक्षकों और शिक्षाविदों के रूप में हमें अपने आप को यह याद दिलाते रहना चाहिए कि सामने आने वाले विभिन्न शब्दों और परिभाषाओं से हम भ्रमित न हों। इन मतों को समझना और स्वीकारना एक अच्छी शुरुआत हो सकती है और इसके पश्चात हम एक साझी समझ बना सकते हैं कि हम सभी साथ में सीख सकते हैं। हमें समानुभूति दर्शाने और विभिन्न स्तनधारी प्राणियों, पक्षियों, अकशेरूकीय जीवों, पेड़ों, झाड़ियों, चट्टानों, नहरों और पृथ्वी में पाए जाने वाले सभी विविध जीवों के साथ जुड़ाव बनाने की कोशिश करनी चाहिए।

प्रकृति अध्ययन कार्यशालाओं में चर्चा की शुरुआत अक्सर हम इस शब्द को समझने से करते हैं। (**चित्र-3** देखें)। प्रकृति की सैर पर जाना और प्रकृति का एक ऐसा नक़्शा बनाना जो दृश्यों, ध्वनियों, गन्धों, स्वादों, स्पर्शों के अनुभव तथा यादों को दर्शाता हो, बातचीत शुरू करने का एक बढ़िया तरीक़ा है (**बॉक्स-2** देखें)। यह हमारे आस-पास के कोनों-नुक्कड़ों में मौजूद प्राकृतिक दुनिया की ओर हमारा ध्यान आकर्षित करने में भी मदद कर सकता है। यहाँ तक कि एक छोटा-सा जुड़ावपूर्ण अनुभव प्रतिभागियों को अपने निकटस्थ पर्यावरण के साथ एक मज़बूत और नया जुड़ाव महसूस करा सकता है, जैसे प्राथमिक शिक्षकों के साथ 20 मिनट की सैर, जिसमें आस-पास की प्रकृति पर ग़ौर किया जाए। प्रतिभागी अक्सर बचपन की स्मृतियाँ साझा करते हैं : पेड़ पर चढ़ना, विभिन्न



चित्र-3 : सवाल 'प्रकृति क्या है?' पर शिक्षकों की प्रतिक्रियाओं को दर्शाता शब्दों का बादल चित्र।

बॉक्स-2 : प्रकृति का संवेदी मानचित्र

प्रकृति का संवेदी मानचित्र बनाना एक ऐसा अभ्यास है जो प्राकृतिक दुनिया पर ध्यान केन्द्रित करने के लिए हमारी इन्द्रियों के उपयोग को प्रोत्साहित करता है। यह विद्यार्थियों और शिक्षकों को अपने आस-पास के परिवेश को क़रीब से देखने और अनुभव करने में मदद कर सकता है। यह करने के लिए :

(क) एक आरामदायक जगह चुनें जहाँ आप कुछ समय (लगभग 20 मिनट) मौन में बिता सकें। यह एक पड़ोस का पार्क या बग़ीचा हो सकता है, घर के कोनों और गमले में लगे पौधों के इर्द-गिर्द या यहाँ तक कि आपकी खिड़की, बालकनी या छत से दिखने वाला दृश्य भी हो सकता है।

(ख) अपने आस-पास जो कुछ भी है उस पर ध्यान देने के लिए जितना हो सके अपनी अधिक-से-अधिक इन्द्रियों (दृष्टि, स्पर्श, गन्ध, श्रवण और स्वाद) का उपयोग करें। अपनी भावनाओं, विचारों, शरीर की संवेदनाओं और यादों के प्रति सचेत रहें।

(ग) बिताए गए समय के अनुभव पर चिन्तन करने के लिए एक नोटबुक में उसका वर्णन करें और चित्र बनाएँ।

बॉक्स-3 : प्रकृति के साथ फिर से जुड़ाव

यदि हम चाहते हैं कि विद्यार्थी प्राकृतिक दुनिया के अचम्भों, आनन्द और रहस्यों को अनुभव करें, तो हमें शिक्षकों और शिक्षाविदों के लिए भी ऐसे अवसर पैदा करने होंगे। वयस्क होने पर हम अक्सर प्रकृति में पाई जाने वाली चीज़ों से प्राप्त साधारण आनन्द और अचम्भे को भूल जाते हैं। हमारी रसोई में चींटियों की एक कतार का पीछा करने से लेकर, खिड़की के बाहर पक्षियों के गीत सुनने में, तितली को अपने अण्डे देते हुए देखने में या मकड़ी को एक हैरान मक्खी का पीछा करते हुए देखने तक — प्राकृतिक दुनिया आकर्षक आश्चर्यों से भरी है जो हमारे ध्यान और प्यार की प्रतीक्षा कर रही है।

प्रकृति की सैर के साथ-साथ शिक्षकों के लिए प्रकृति से प्रेरित पठन, लेखन और चर्चा के अवसर पैदा करना एक बेहतरीन शुरुआत होगी। शिक्षकों और स्कूलों के लिए कुछ अन्य विचार :

- **प्रकृति की सैर :** प्रकृति में रंगों, पैटर्नों, आकृतियों और संख्याओं की तलाश करना स्कूल परिसर और मोहल्ले से ख़ुद का परिचय कराने और पुनः परिचय कराने का एक शानदार तरीक़ा है। फ़ोटो खींचकर या प्रकृति पर डायरी लिखकर अपने अवलोकनों का दस्तावेज़ीकरण करना शिक्षकों में जिज्ञासा और जुड़ाव को प्रोत्साहित करेगा।
- **प्रकृति सीखने के संसाधनों, मार्गदर्शिकाओं और पुस्तकालयों तक पहुँच :** प्रकृति की कहानियों, पेड़-पौधों, कीट, मकड़ी और पक्षी मार्गदर्शिकाओं के सम्पादित संकलन के साथ-साथ अन्य गतिविधियाँ, विचार और संसाधन शिक्षकों के लिए विद्यार्थियों के साथ सीखने और उत्तर ढूँढ़ना जारी रखने का एक शानदार तरीक़ा हो सकता है।
- **कार्यशालाएँ, पाठ्यचर्या और सहकर्मी नेटवर्क :** कार्यशालाओं में भाग लेना और प्रेरणादायी विचारों और चुनौतियों के सामूहिक समाधान के लिए शिक्षकों और शिक्षाविदों के एक समुदाय तक पहुँच, स्कूलों में प्रकृति शिक्षण की पहल को बनाए रखने का एक शानदार तरीक़ा है।

अपने आस-पास के परिवेश के साथ अपने प्यार और सम्बन्ध को पुनःजागृत करने के और क्या तरीक़े हो सकते हैं?

जन्तुओं से दोस्ती करना और बतियाना या स्कूल जाते हुए घण्टों पक्षियों और कीटों को देखना (**बॉक्स-3** देखें)। पुराने दिनों को याद करने के बाद अक्सर सामूहिक रूप से अफ़सोस और निराशा होती है कि शायद उनके विद्यार्थियों को ऐसे अवसर न मिलें।

जो शिक्षक अपने विद्यार्थियों को प्रकृति के अचम्भों से परिचित कराने को उत्सुक हैं, वे कई चुनौतियाँ व्यक्त करते हैं — सुलभ बाहरी स्थानों का अभाव, स्कूल प्रबन्धन से अनुमति, परिवहन व्यवस्था, सार्वजनिक स्थानों पर अपने विद्यार्थियों की सुरक्षा की चिन्ता ख़ासकर शहरों और तेज़ी से बदल रहे क़स्बों में। इससे एक महत्त्वपूर्ण सवाल उठता है — हम यह कैसे सुनिश्चित करें कि शिक्षकों और विद्यार्थियों का अपने आस-पास के वातावरण से निरन्तर जुड़ाव बना रहे? जब हम महामारी तथा उससे उभरी सीखने-सिखाने के स्थानों की चुनौतियों से जूझ रहे हैं, तब यह प्रश्न और भी प्रासंगिक हो जाता है।

ईवीएस के भाग के रूप में प्रकृति के बारे में सीखना

पर्यावरण अध्ययन (ईवीएस) भारत में विभिन्न बोर्डों में प्राथमिक शिक्षा का एक अनिवार्य विषय है और विद्यार्थियों को उनके समीप के वातावरण से परिचित कराने का एक शानदार अवसर प्रदान करता है।

अलबत्ता, निर्धारित ईवीएस पाठ्यचर्या में एक अन्तर्निहित सन्देश यह है कि 'प्रकृति' का अस्तित्व केवल लोगों के लिए एक संसाधन के रूप में है। यह एक मिथ्या द्वन्द्व पैदा करता है कि मनुष्य और प्रकृति अलग-अलग हस्तियाँ हैं। उदाहरण के लिए, कक्षा-3 का वनों से सम्बन्धित अध्याय

चित्र-4 : प्राकृतिक दुनिया के बारे में मौजूदा दृश्य सामग्री अक्सर उन बच्चों के आस-पास के परिवेश का प्रतिनिधित्व नहीं करती है जिनके लिए वे बनाई गई हैं।



(क) क़िताबों की दुकान में लगा ऐंकर चार्ट



(ख) प्राथमिक शाला की कक्षा में जानवरों का भित्ति चित्र।

बॉक्स-4 : जिज्ञासा और अचम्भा

अचम्भे को प्रोत्साहित करने और विद्यार्थियों में जिज्ञासा की संस्कृति को विकसित करने का एक तरीक़ा पूछताछ आधारित सीखने-सिखाने का दृष्टिकोण है। विद्यार्थियों के प्रश्नों के लिए जगह बनाने से, न केवल उनकी स्वयं के सीखने पर स्वामित्व की भावना बढ़ती है, वरन उन्हें अधिक जिज्ञासु, सक्रिय और रचनात्मक होने के लिए प्रोत्साहित करती है। वास्तव में प्रश्न बनाना अपने आप में एक रचनात्मक कला है जिससे सीखना सुगम हो जाता है और ज्ञान के सह-निर्माण की सम्भावना बढ़ जाती है। इसके अलावा अगर शिक्षक द्वारा प्रोत्साहित किया जाता है, तो विस्मयकारी प्रश्न विद्यार्थियों को परिकल्पना करने, अनुमान लगाने और प्राकृतिक घटनाओं के लिए विविध व्याख्याएँ गढ़ने की क्षमता विकसित करने में मदद कर सकते हैं।

उदाहरण के लिए, जब विद्यार्थियों को चबाया हुआ पत्ता मिलता है, तो शिक्षक यह पूछ सकते हैं — क्या सभी पत्ते एक ही प्राणी द्वारा चबाए गए हैं? क्या ऐसा एक जानवर ने किया होगा या अनेक ने? उन्हें ऐसा करने के लिए किस तरह के मुखांगों की आवश्यकता रही होगी — तितली के स्ट्रॉ जैसे मुखांग या हमारे जैसे दाँतों वाले मुखांग की?

मनुष्यों के लिए पेड़ों के उपयोग पर चर्चा करता है। यह बताता है कि वनों की कटाई मानव जीवन को कैसे नुक़सान पहुँचाएगी। लेकिन इस बात का कोई उल्लेख नहीं है कि अन्य पेड़-पौधे, कीट और जानवर, पेड़ों के साथ कैसे अन्तःक्रिया करते हैं। इसी तरह ईवीएस के अध्यायों के अन्त में दिए सवालों में विद्यार्थियों से यह पूछना सामान्य बात है कि वे सूची बनाएँ कि जानवर और पौधे मनुष्यों के लिए किस-किस तरह से 'उपयोगी' हैं। दूसरा, ईवीएस पाठ्यपुस्तक अक्सर 'प्रकृति' को एक ऐसी इकाई के रूप में प्रस्तुत करती है जिसे केवल दूर के जंगलों, ऊँचे पहाड़ों और गहरे महासागरों में देखा जा सकता है। यह बात भी नहीं स्वीकारी जाती कि हमारे पिछवाड़े, सड़कें और यहाँ तक कि इमारतें और घर प्राकृतिक दुनिया के अचम्भों से भरे हुए हैं! अन्त में, ईवीएस पाठ्यपुस्तकें अक्सर ऐसे उदाहरणों से रहित होती हैं जो विद्यार्थियों के स्थानीय और सांस्कृतिक सन्दर्भ में प्रासंगिक होते हैं। चूँकि भारत में कई कक्षाओं में विद्यार्थी विविध परिदृश्यों, भौगोलिक क्षेत्रों और संस्कृतियों से आते हैं, यह पाठ्यचर्या उनके विशिष्ट जीवन के अनुभवों और प्राकृतिक दुनिया के साथ उनके सम्बन्धों को काट देती है। उदाहरण के लिए, जहाँ मध्य भारत का कोई बच्चा बारिश को दुर्लभ राहत के रूप में देख सकता है वहीं उत्तर-पूर्व के बच्चे के लिए यह रोज़मर्रा का अनुभव हो सकता

Nature Classrooms — **प्रकृति अध्ययन की रूपरेखा** — nature conservation foundation

आयु समूह	लक्ष्य	तरीक़ा
6-4 वर्ष (नर्सरी से एल के जी)	बच्चों को प्रकृति में अचम्भे, प्रेम, जिज्ञासा और मज़ा अनुभव करने के अवसर विकसित और निर्मित करना।	खेलों, कहानियों, गीतों, नाटक, कला/ शिल्प तथा प्रकृति में रमने व स्थानीय अनुभवों का उपयोग।
8-6 वर्ष (कक्षा 1 से 3)	प्रकृति से सीखने और जुड़ाव के अवसर प्रदान करना, अवलोकन कौशल विकसित करना या सुगम बनाना और भावनात्मक बन्धनों को प्रोत्साहित करना, सरल प्रश्न पूछना और प्रकृति में विभिन्न परिघटनाओं के बीच तुलना करना।	अनुभवात्मक/ संवेदी गतिविधियों, आकर्षक तथ्यों, कहानियों, शिक्षक के नेतृत्व में किए गए प्रदर्शन और प्रयोग, कक्षा चर्चा, प्रकृति में/ के बारे में व्यक्तिगत उपाख्यानों या क़िस्सों को साझा करना।
10-9 वर्ष (कक्षा 4 से 5)	विद्यार्थियों को कड़ियाँ जोड़ने, तर्कों की तुलना करने, उनमें भेद करने के कौशल विकसित करने, सरल 'क्यों' प्रश्न पूछने और उत्तर देने, प्रकृति के बारे में गहनता से सीखने और परिवार/ समुदाय और सांस्कृतिक अनुभवों से जुड़ने में मदद करने के लिए।	दृश्य-श्रव्य सामग्री, आकर्षक तथ्यों/ प्रक्रियाओं (क्या आप जानते हैं), बातचीत और चर्चा, स्वतंत्र और समूह परियोजनाओं, स्थानीय मामलों के अध्ययन, कहानियों, साक्षात्कारों, स्थानीय कार्रवाई।

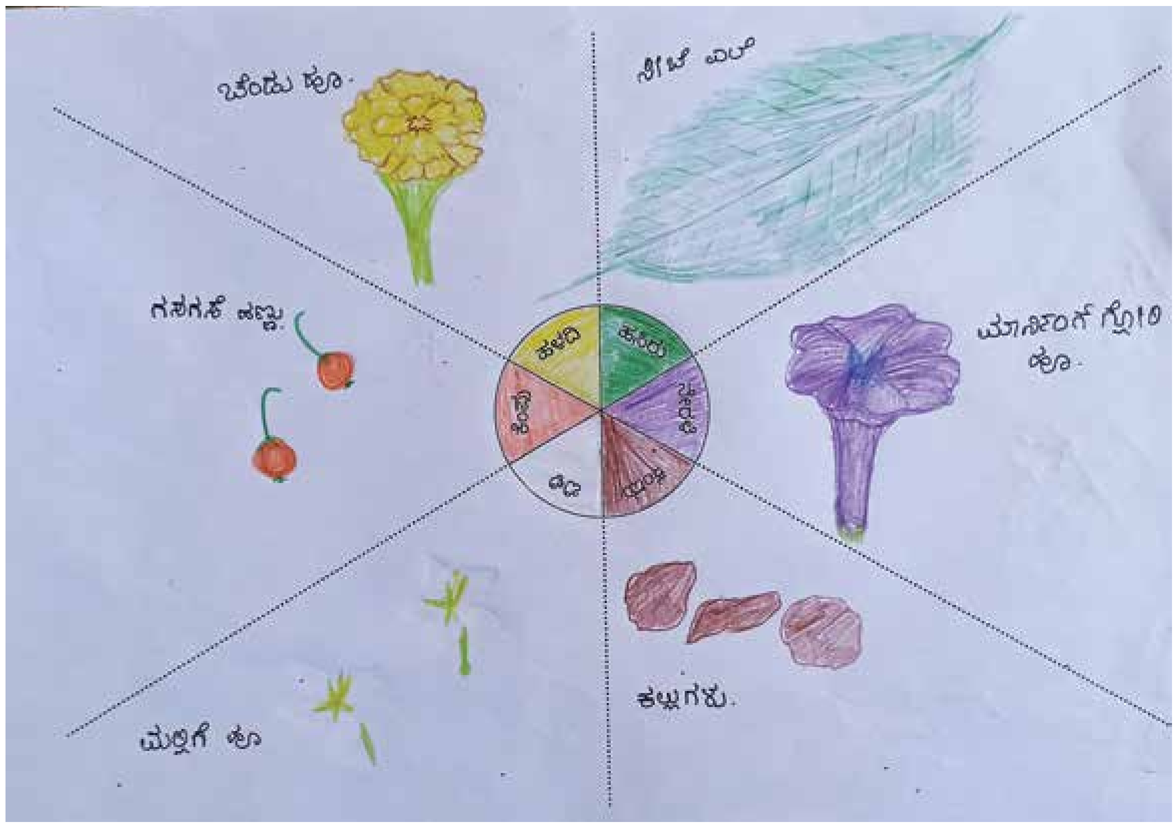
इस रूपरेखा का लक्ष्य पर्यावरण शिक्षा को मूलत: मानव-केन्द्रित नज़रिए की बजाय एक ऐसे दृष्टिकोण की ओर ले जाना है, जहाँ माना जाता है कि मनुष्य प्रकृति और व्यापक परितंत्र का एक हिस्सा है।
कारगर प्रकृति शिक्षण उम्र के उपयुक्त लक्ष्यों के माध्यम से सम्पन्न होता है और ज्ञात से अज्ञात की ओर, स्थानीय से वैश्विक की ओर बढ़ता है।

चित्र-5 : एक प्रकृति अध्ययन रूपरेखा जो उम्र-उपयुक्त प्रकृति शिक्षण के अनुभवों को डिज़ाइन करने के लिए एक गाइड के रूप में कार्य करती है।

प्रकृति में रंग

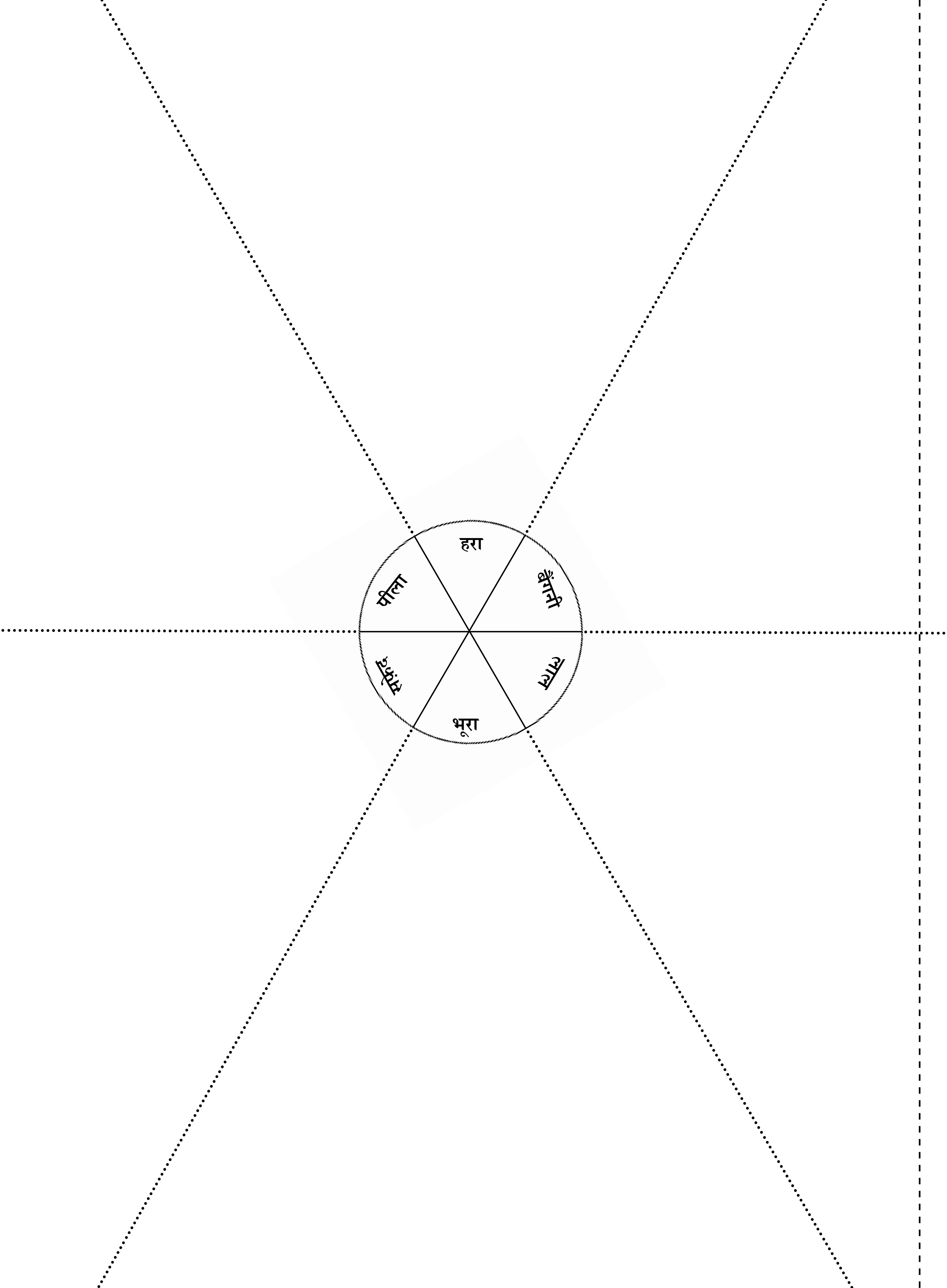
प्राकृतिक दुनिया में कितने सारे अलग-अलग रंग हैं — आप प्रकृति में कौन कौन-से रंग देख पाते हैं? अपने घर या स्कूल के आस-पास रंगों की सैर पर जाएँ।

शुरुआत रंगों के चक्र में दिए गए रंगों को भरकर करें। फिर, रंगों की सैर पर जाएँ। सैर पर आपको क्या-क्या मिला उसके बारे में लिखें एवं चित्र बनाएँ। आप गिरी हुई पत्तियाँ, बीज या फूल इकट्ठे कर सकते हैं और अपने परिवार व दोस्तों को दिखाने के लिए उनकी प्रदर्शनी लगा सकते हैं। सम्भव हो तो अपने द्वारा प्रदर्शित वस्तु का फ़ोटो ले लें ताकि आप दूसरों से साझा कर सकें।



यह भरी हुई तालिका का एक नमूना है।

Credits: Gousia. License: CC-BY-NC.


हरा
बैंगनी
लाल
भूरा
सफ़ेद
पीला

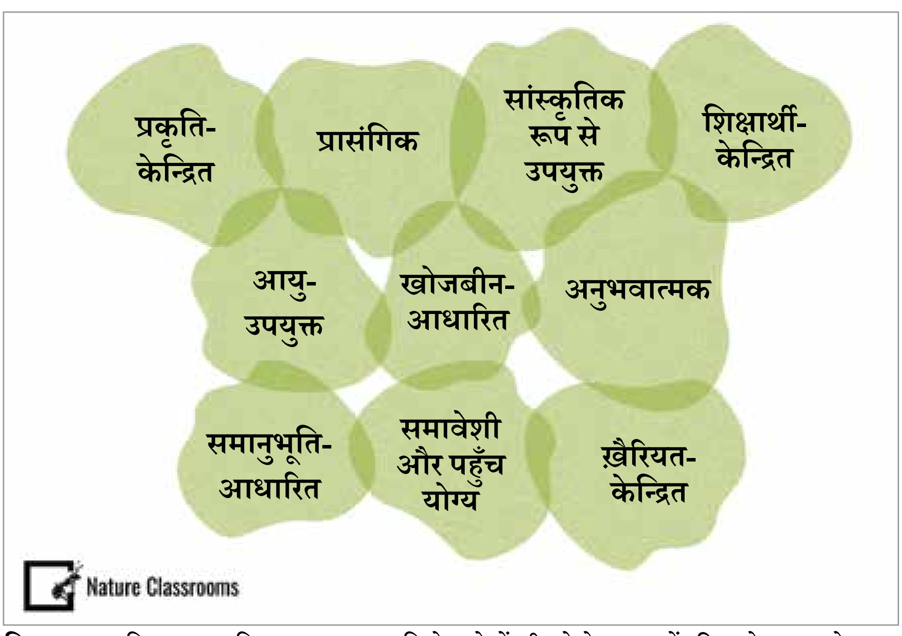
बॉक्स-5 : आस-पास की प्रकृति के अवलोकनों से सीखना

किसी भी अन्य कक्षा की तरह, प्रकृति अध्ययन के सत्रों में कई सारे आनन्ददायी अनुभव हो सकते हैं। इसमें विभिन्न जीवों जैसे कीट, मकड़ी, सरीसृप और पक्षियों द्वारा कक्षा या स्कूल के मैदान में अप्रत्याशित और अनियोजित भेंट शामिल हो सकती हैं। प्रकृति की सैर के दौरान गतिविधि से सराबोर कोई फूलता या फलता पेड़ उत्साह पैदा कर सकता है और समृद्ध चर्चा का सबब बन सकता है। रोज़मर्रा के पाठों में इन आकस्मिक मुलाक़ातों को महत्त्व दिया जाना चाहिए क्योंकि इनमें अवलोकन और सीखने की अपार सम्भावनाएँ हैं।

ऐसे ही एक वाकये में, एक विचित्र रंगीन ड्रैगनफ्लाई (व्याध पतंगा) आया और स्कूल की एक दीवार पर बैठ गया। यह घटना उपनगरीय बेंगलूरु के एक छोटे कन्नड़ माध्यम सरकारी स्कूल की है जिसमें लगभग कोई बाहरी जगह नहीं है। ड्रैगनफ्लाई के रंग और पैटर्न स्कूल परिसर की चारदीवारी पर ख़ूबसूरती से घुल-मिल गए थे। जब हमने विद्यार्थियों का ध्यान छलावरण कीट की ओर आकर्षित किया, तो उनकी प्रतिक्रियाएँ एक ऐसे प्राणी को देखकर प्रसन्नता से भर गईं, जो कि सामने होते हुए भी छिपा हुआ था। यह मुलाक़ात हमारे पाठ का हिस्सा नहीं थी, लेकिन बहुत छोटे विद्यार्थियों के साथ भी ड्रैगनफ्लाई व अन्य उड़ने वाले कीटों के बारे में और साथ-साथ प्रकृति में छलावरण के विचार के बारे में बात करने का एक शानदार अवसर था। कुछ विद्यार्थियों ने ड्रैगनफ्लाई को देखा और उसका चित्र बनाया, कुछ ने कहानी या कविता बनाई और कुछ ने उनके बारे में दिलचस्प प्रश्न पूछे। ऐसा बहुत कुछ था जिसे विद्यार्थी पहले से ही जानते थे और देख चुके थे। ड्रैगनफ्लाई के बारे में गहरी चर्चाएँ हुईं और कई सारे क़िस्से सुनाए गए — अपने गृहनगर और गाँवों में, बरसातों में और बारिश के पोखरों के आस-पास उनके झुण्ड के बारे में। स्कूल की दीवार पर ड्रैगनफ्लाई के साथ एक संक्षिप्त मुलाक़ात में बहुत कुछ था — पिछले अनुभवों और अवलोकनों को सुनने और महत्त्व देने का मौक़ा, साथ-ही-साथ नए सीखने के अवसर पैदा करने का।

है; पाठ्यचर्या अक्सर इस विविधता को नहीं दर्शाती और न ही ऐसे वार्तालापों और चिन्तन के अवसर पैदा करती है।

चूँकि इस विषय का सीखना-सिखाना भी अक्सर कक्षा की चारदीवारी के भीतर ही सीमित रहता है, इसलिए शिक्षकों और विद्यार्थियों के लिए अपने आस-पास के परिवेश को खोजने और देखने के ज़्यादा अवसर नहीं होते हैं। इसके अलावा, हालाँकि भारत में प्रकृति शिक्षण की सामग्री कई अलग-अलग रूपों में मौजूद है, स्कूली शिक्षकों को अक्सर इन संसाधनों को निर्धारित ईवीएस पाठ्यचर्या के संयोजन में निरन्तरता से शामिल करना चुनौतीपूर्ण लगता है। ऐसा इसलिए है क्योंकि कई सामान्य संसाधनों, जैसे ऐंकर चार्ट, यूट्यूब वीडियो, पत्रिका के चित्र और भित्ति चित्र में अक्सर ऐसी छवियाँ और जानकारी होती है, जिनके तथ्यों की विस्तृत जाँच की आवश्यकता होती है या जो प्रासंगिक या सांस्कृतिक रूप से उपयुक्त नहीं होती हैं (**चित्र- 4** देखें)। यदि आप स्थानीय किताबों की दुकान पर प्रकृति और वन्यजीव संसाधनों की तलाश में जाते हैं, यहाँ तक कि बेंगलूरु जैसे शहर में भी आपको केवल बाघ, हाथी, गेण्डे और शेर जैसे मेगाफौना या बड़े प्राणियों के उदाहरण वाले पोस्टर मिलेंगे। उनके पास अक्सर जिराफ़, ज़ेब्रा और दरियाई घोड़े के चित्र भी होते हैं जो कि भारत में प्राकृतिक रूप में नहीं पाए जाते हैं। टेलीविज़न तक आसान पहुँच के कारण हो सकता है कि विद्यार्थी इन जानवरों से परिचित होंगे, पर इनमें से कितनों को विद्यार्थी अपने आस-पास देख सकते हैं? वे अपने



चित्र-6 : प्रकृति अध्ययन शिक्षण शास्त्र : प्रकृति के बारे में सीखने के अनुभवों की रूपरेखा बनाते समय ध्यान रखने वाली बातें।

स्वयं के जीवन और परिदृश्य में कितनों पर वास्तव में स्थान दे सकते हैं?

प्रकृति शिक्षण की रूपरेखा और शिक्षणशास्त्र

मौजूदा ईवीएस पाठ्यचर्या को स्थानीय रूप से प्रासंगिक प्राकृतिक इतिहास के उदाहरणों, कहानियों और अनुभवों से समृद्ध और पूर्ण करने से प्रकृति के साथ हमारे ख़ुद के और हमारे विद्यार्थियों के सम्बन्ध को अधिक सार्थक और टिकाऊ बनाने में मदद मिल सकती है। पिछले कुछ वर्षों में स्कूल के दौरों के दौरान, हमने पाया है कि बच्चों के जीवन के अनुभवों को महत्त्व देने और स्थानीय उदाहरणों का उपयोग करने से स्वतंत्र रूप से छानबीन करने के अवसर पैदा होते हैं और प्राकृतिक दुनिया के बारे में उत्सुकता बनी रहती है (**बॉक्स-4** देखें)।

किसी बच्चे के अवलोकन और प्रकृति के साथ आकस्मिक सम्पर्क ईवीएस कक्षाओं को एक आकर्षक स्थान बना सकते हैं जहाँ प्रश्नों और कुछ नया सीखने को प्रोत्साहित किया जाता हो (**बॉक्स-5** देखें)। इसे ध्यान में रखते हुए हम विभिन्न विषयों में आयु-उपयुक्त संसाधन बनाते हैं जो ईवीएस पाठ्यचर्या का हिस्सा हैं और जो एक-दूसरे से जुड़ते हैं और निर्मित होते चले जाते हैं। इन संसाधनों में से एक, प्रकृति सीखने की रूपरेखा है जो शिक्षकों, पारिस्थितिकीविदों के साथ बातचीत और परामर्श तथा प्रशिक्षित प्रकृतिवादियों और शिक्षाकर्मियों के रूप में हमारे अपने अनुभव के माध्यम से उभरी है (**चित्र-5** देखें)। यह संसाधन उन शिक्षकों और शिक्षाविदों के लिए एक प्रारम्भिक ढाँचा प्रदान करता है जो प्रकृति अध्ययन को अपने शैक्षणिक हस्तक्षेप के हिस्से के रूप में शामिल करना चाहते हैं। यह आमतौर पर अधिक ठोस, अनुभवात्मक गतिविधियों से (छोटे बच्चों के लिए) उन्हें नज़दीकी प्रकृति से परिचित कराता है। आगे चलकर यह प्रकृति में पारिस्थितिकी और अन्तर्सम्बन्धों की अधिक अमूर्त, अवधारणात्मक समझ प्रस्तुत करता है। (**गतिविधि शीट : प्रकृति के रंग** देखें)। हम आयु वर्ग और उपलब्ध स्थान के आधार पर विभिन्न प्रकार के आयु-उपयुक्त उपकरणों पर भी विशेष ध्यान देते हैं जिनका उपयोग प्राकृतिक दुनिया से परिचय करवाने के लिए किया जा सकता है, जैसे कि सैर, कहानियाँ, प्रयोग और साक्षात्कार। जैसे कि जायंट मिल्कवीड (आक), नीम और सिंगापुर चेरी जैसे आम पेड़-पौधों और उन पर आने वाले जन्तुओं के बारे में। (देखें **पोस्टर : जायंट मिलक्वीड**)

हम प्राकृतिक दुनिया के बारे में सीखने-सिखाने के प्रति ऐसे दृष्टिकोण की ज़रूरत को भी पहचानते हैं, जहाँ विद्यार्थियों को सीखने के केन्द्र में रखा जाए। हमारा प्रकृति अध्ययन का शिक्षणशास्त्र हमारे अपने कक्षा अवलोकन और मैदानी अनुभवों और सबसे महत्त्वपूर्ण बात कि अनुभवी शिक्षकों और प्रकृति शिक्षकों के साथ बातचीत से निकले विचारों के माध्यम से विकसित किया गया है (**चित्र-6** देखें)। इसकी प्रमुख विशेषता है कि यह विद्यार्थियों के मौजूदा ज्ञान और प्रत्यक्ष अनुभवों को महत्त्व देता है और उन्हें प्रकृति में घटनाओं और अवधारणाओं के बारे में अधिक खोज करते हुए व्यक्तिगत रूप से प्रासंगिक प्रश्न पूछने और उत्तर देने में सक्रिय भूमिका प्रदान करता है। प्रकृति अध्ययन की हमारी रूपरेखा और प्रकृति अध्ययन शिक्षणशास्त्र जीवित दस्तावेज़ हैं, जो समीक्षा और संशोधन के लिए खुले हैं और सुझावों और प्रत्यक्ष अनुभवों को शामिल करते हैं। इस रूपरेखा का लक्ष्य पर्यावरण शिक्षा को मूलत: मानव-केन्द्रित नज़रिए की बजाय एक ऐसे दृष्टिकोण की ओर ले जाना है, जहाँ माना जाता है कि मनुष्य प्रकृति और व्यापक परितंत्र का एक हिस्सा है।

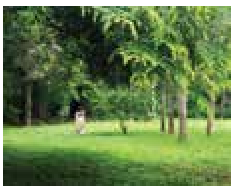
कारगर प्रकृति शिक्षण उम्र के उपयुक्त लक्ष्यों के माध्यम से सम्पन्न होता है और ज्ञात से अज्ञात की ओर, स्थानीय से वैश्विक की ओर बढ़ता है।

पारिस्थितिक पहचानों का निर्माण

हमारा मानना है कि छोटी उम्र के बच्चों के लिए प्रकृति के बारे में सीखना और उसके साथ सम्बन्ध बनाना उतना ही आवश्यक है जितना कि प्रारम्भिक साक्षरता या संख्या ज्ञान। यह विश्वास इस बात के बढ़ते प्रमाण से उपजा है कि हमारे आस-पास की प्राकृतिक दुनिया के साथ सार्थक सम्बन्ध और जागरूकता अक्सर हमारे शारीरिक और भावनात्मक स्वास्थ्य और सलामती के लिए आवश्यक तत्व होते हैं।

जैसा कि शिक्षाविद एन पेलो (Ann Pelo) का कहना है, आस-पास के परिवेश के साथ जुड़ना छोटे बच्चों में 'पारिस्थितिक पहचान' उत्पन्न करने के लिए महत्त्वपूर्ण है। अपनी पारिस्थितिक पहचान के बारे में अन्तरंग जागरूकता और आस-पास की प्रकृति से जुड़ाव, निश्चित ही बच्चों के पृथ्वी के साथ रिश्ते को प्रभावित करते हैं। किसी जगह और उसके विभिन्न निवासियों के लिए गहरा प्यार और जुड़ाव हमें उसे संजोए रखने और उसकी ओर से कार्रवाई को प्रेरित कर सकता है। इसलिए प्रकृति में तल्लीन होने के शुरुआती अनुभवों के माध्यम से, कहानियाँ सुनाने और साझा करने से, प्रकृति में खोजबीन करने व उसके प्रति आकर्षण उत्पन्न करने के मौक़े प्रदान करने से हम आशा करते हैं कि शिक्षाविदों के रूप में हम सभी विद्यार्थियों में प्यार, अचम्भे, सहानुभूति और उत्सुकता को बढ़ावा दे सकते हैं। समय के साथ ये गहरे भावनात्मक सम्बन्ध ही हैं जिनसे यह तय होगा कि हम सभी प्रकृति के साथ कैसे व्यवहार करेंगे, उसकी इज़्ज़त करेंगे और उसे पोषित करेंगे।

मुख्य बिन्दु



- देश में वर्तमान ईवीएस पाठ्यचर्या प्रकृति को एक दूरस्थ इकाई के रूप में प्रस्तुत करता है जो विशुद्ध रूप से लोगों के लिए 'संसाधन' के रूप में कार्य करती है और इसे कमोबेश कक्षा के भीतर ही पढ़ाया जाता है।
- स्थानीय रूप से प्रासंगिक प्राकृतिक इतिहास के उदाहरणों, कहानियों और प्रत्यक्ष अनुभवों के साथ मौजूदा ईवीएस पाठ्यचर्या को समृद्ध और पूरक करने से हमारे विद्यार्थियों के प्रकृति के साथ सम्बन्ध को अधिक सार्थक और टिकाऊ बनाने में मदद मिल सकती है।
- विद्यार्थियों को प्रकृति में स्वतंत्र एवं आकस्मिक खोज करने के मौक़े देने से ईवीएस कक्षाएँ एक आकर्षक स्थान बन सकती हैं जहाँ खुले और पूछताछ-आधारित सवाल पूछने और सह-शिक्षण को प्रोत्साहित किया जा सकता है।
- नेचरक्लास रूम की प्रकृति अध्यापन रूपरेखा उम्र-उपयुक्त प्रकृति सीखने के अनुभवों को डिज़ाइन करने के लिए एक मार्गदर्शिका के रूप में कार्य करती है। यह उन अनुभवात्मक गतिविधियों से शुरू होती है जिससे छोटे बच्चों के लिए प्रकृति सुलभ बन जाती है और आगे चलकर शिक्षकों और विद्यार्थियों को पारिस्थितिकी की अधिक अमूर्त, अवधारणात्मक समझ और प्रकृति में परस्पर सम्बन्ध प्रस्तुत करती है।
- नेचरक्लास रूम का प्रकृति सीखने का शिक्षणशास्त्र या अध्यापन शिक्षार्थियों को अचम्भे, प्रेम, जिज्ञासा और प्रकृति के साथ एक गहरा सम्बन्ध विकसित करने की गुंजाइश और अवसर प्रदान करता है।
- रूपरेखा और शिक्षणशास्त्र गतिशील और सहयोगात्मक हैं और कक्षा के अवलोकनों,पारिस्थितिकीविदों, सेवारत शिक्षकों और अनुभवी शिक्षकों के साथ बातचीत पर आधारित हैं।

नोट्स

1. इस लेख के साथ प्रकृति में रंगों पर एक गतिविधि शीट है जिसका उपयोग प्रकृति की सैर करते हुए अपने अवलोकनों को दर्ज करने के लिए किया जा सकता है। इसके साथ जायंट मिल्कवीड यानी आक के पौधे पर एक पोस्टर है जिसमें पौधे पर आने वाले जन्तुओं को दर्शाया गया है।
2. Source of the image used in the background of the article title: 'A teacher creating a nature map'. Credits: Roshni Ravi. License: CC-BY-SA 4.0.

References:

1. Pelo, A. (2009). A Pedagogy for Ecology. Rethinking Schools. URL: https://rethinkingschools.org/articles/a-pedagogy-for-ecology/.
2. Sobel, D. Look, Don't Touch. URL: https://orionmagazine.org/article/look-dont-touch1/.
3. Sharma, Pramod Kumar & Menon, Sanskriti. Compulsory Environmental Education in India. Global Environmental Education Partnership. URL: https://thegeep.org/learn/case-studies/compulsory-environmental-education-india.
4. Position Paper on Habitat and Learning. (2006). National Council of Educational Research and Training (NCERT). URL: https://ncert.nic.in/pdf/focus-group/habitatlearning.pdf.
5. Chin, C. (2002). Student-Generated Questions: Encouraging Inquisitive Minds in Learning Science. Teaching and Learning, 59-67.
6. Scardamalia, M., & Bereiter, C. (1992). Text-Based and Knowledge-Based Questioning by Children. Cognition and Instruction, 177-199.
7. Wells, N. M., & Evans, G. W. (2003). Nearby Nature: A Buffer of Life Stress Among Rural Children. Environment and Behavior.

नेचर क्लासरूम नेचर कंजरवेशन फ़ाउण्डेशन (NCF), बेंगलूरु के तहत प्रकृति के बारे में सीखने के संसाधन विकसित करता है, जो मौजूदा प्राथमिक विद्यालय पर्यावरण अध्ययन (ईवीएस) पाठ्यचर्या के अनुरूप है। साथ ही स्कूल शिक्षकों के लिए क्षमता निर्माण कार्यशालाओं का आयोजन भी करता है। और अधिक जानने के लिए देखें : www.natureclassrooms.org and https://www.ncf india.org/education-and-public-engagement/a-naturelearning-framework-for-schools.

अनुवाद : अनु गुप्ता **पुनरीक्षण :** सुशील जोशी **कॉपी एडिटर :** अनुज उपाध्याय



बच्चों के क्रियाकलापों पर ध्यान देना : ध्वनि की खोजबीन

अनीश मोकाशी

परिघटनाओं की दुनिया से बच्चों का क्या रिश्ता है?बच्चे अपने नैसर्गिक और भौतिक पर्यावरण में 'चीज़ों' के साथ कैसे जुड़ते हैं और उन्हें समझते हैं? क्या यह समझ स्कूली विज्ञान शिक्षण और सीखने को प्रभावित कर सकती है?

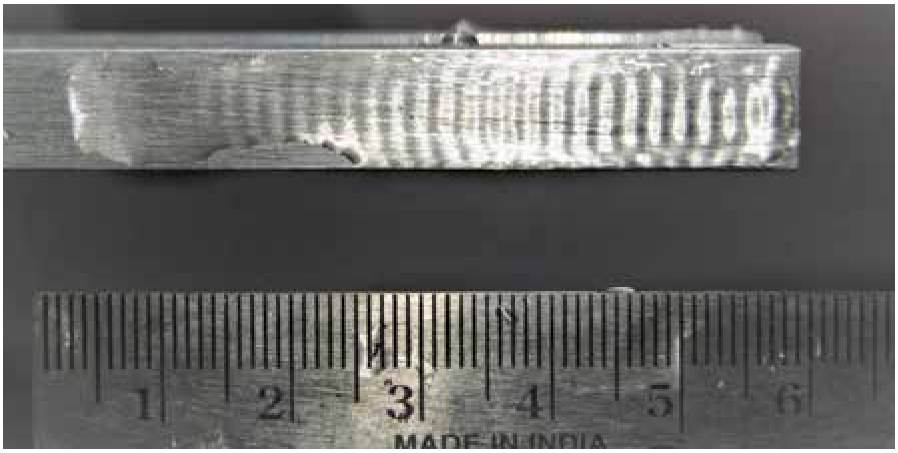
एक मनुष्य के रूप में, हम उन चीज़ों पर अधिक ग़ौर करते हैं जिन्हें देखने की हम अपेक्षा करते हैं। ख़ासकर शिक्षकों के रूप में बच्चों के बारे में हमारे अवलोकन, उनके और उनकी क्षमताओं बारे में हमारी धारणाओं (छवियों) और सिद्धान्तों से प्रभावित होते हैं। विज्ञान सीखने-सिखाने का मेरा अनुभव बताता है कि यदि इस बात पर ध्यान दिया जाए कि बच्चे अपने पर्यावरण में ध्वनि जैसी परिघटनाओं को कैसे समझते हैं तो हम इन धारणाओं के बारे में अधिक जागरूक होंगे और उन पर स्पष्टता से ध्यान दे सकेंगे।

स्कूल में ध्वनि की खोजबीन

मुझे पहली बार विज्ञान शिक्षा में काम करने का मौक़ा कोयम्बतूर के निकट नीलगिरी तलहटी में स्थित आनैकट्टी के विद्या वनम् नाम के एक वैकल्पिक स्कूल में एक विज्ञान शिक्षक के रूप में मिला (**बॉक्स-1** देखें)। विद्या वनम् इरूला जनजाति समुदाय के बच्चों के लिए अँग्रेज़ी माध्यम स्कूल है, जहाँ का माहौल बच्चों और शिक्षकों के बीच मुक्त और खुले संवाद का है। अधिकतर बच्चे अपने परिवार में औपचारिक शिक्षा पाने वाली पहली पीढ़ी के हैं। यहीं मैंने पहली बार जाना कि 8 से 12 साल के बच्चे भौतिक घटनाओं की छानबीन में कितना कुछ जोड़ सकते हैं।

बॉक्स-1 : विज्ञान पढ़ाने और सीखने के लिए मेरा तरीक़ा

एक ताज़ातरीन भौतिकी पीएचडी धारक के रूप में मेरा मानना था कि अनुसन्धानों में विज्ञान जिस तरह किया जाता है और स्कूलों (और विश्वविद्यालयों) में विज्ञान जिस तरह पढ़ाया और सीखा जाता है, इनके बीच की खाई को पाटना है। इसलिए, मुझे विज्ञान शिक्षण और सीखने की दुनिया में क़दम रखना उचित लगा, उसी तरह जिस तरह से कोई नए क्षेत्र में अनुसन्धान शुरू करता है। इसका मतलब था एकदम सिरे से शुरू करना, सवाल पूछना, साथियों से मदद माँगना, मौजूदा साहित्य देखना, कभी-कभी ग़लतियाँ भी करना, कभी-कभी सवालों को बदलना, इस राह में नई चीज़ें सीखना और अपनी राह पर बने रहना। (स्नातक विद्यार्थी के रूप में पढ़ते समय और स्नातक विद्यार्थियों को पढ़ाने के दौरान) मैंने यह भी पाया कि अमरीकी विश्वविद्यालयों में सीखने-सिखाने की संस्कृति की अपेक्षाकृत लोकतांत्रिक प्रकृति से भारतीय सन्दर्भ के लिए कुछ सीखा जा सकता है। इसमें सवाल पूछने और मदद माँगने जैसी प्रथाएँ शामिल हैं—इन दोनों का सम्बन्ध इस विचार से है कि किसी चीज़ के बारे में पता न होना कोई बुरी बात नहीं है; महत्त्व तो सीखने में प्रगति करते रहने का है।



चित्र-1 : कम्पन करते ट्यूनिंग फोर्क की सतह पर बनीं पानी की स्थिर (अप्रगामी) तरंगें।
Credits: Anish Mokashi. License: CC-BY-NC.

से निकलकर हमारे कानों तक पहुँचने वाला कम्पन है।

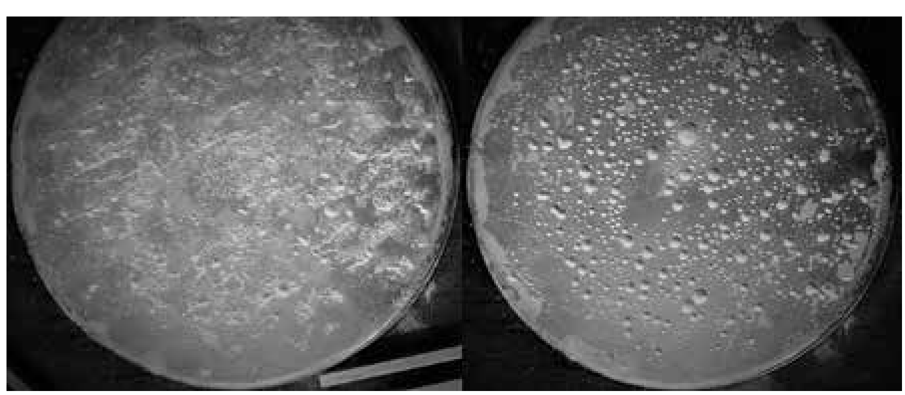
इससे हम इस सवाल पर पहुँचे कि यह कम्पन आख़िर हमारे कानों तक पहुँचते कैसे हैं? बच्चे यह कल्पना कर सकें कि ध्वनि हवा में लहरों (तरंगों) में गमन करती है, इसके लिए मैंने उनके सामने एक प्रयोग करके दिखाने का सोचा था — पानी की सतह पर कम्पन करता हुआ एक ट्यूनिंग फोर्क (स्वरित्र) रखने पर पानी में पैदा होती लहरें। यह शैक्षणिक साधन बच्चों को यह समझने में मदद करेगा कि कैसे फोर्क का कम्पन पानी की सतह पर लहरें पैदा कर सकता है जो फोर्क से दूर गमन करती हैं। फिर इसे इस विचार के साथ जोड़ा जा सकता है कि ध्वनि (ठोस रूप में ट्यूनिंग फोर्क की ध्वनि) स्वयं एक तरंग है जो हवा के माध्यम से गमन करती है। लेकिन इसके पहले कि मैं यह प्रदर्शन शुरू कर पाता, बच्चों ने ग़ौर किया कि किस तरह सुबह के सूरज की तिरछी किरणें पानी की सतह से परावर्तित होकर छत पर पहुँच रही हैं। हम कुछ देर रुककर मंत्रमुग्ध होकर देखते रहे कि हमारी उँगलियों से गिरती पानी की छोटी-छोटी बूँदें भी पानी की सतह और छत पर किस तरह तरंगों के विन्यास (पैटर्न) बना रही हैं। इसने बच्चों को तरंगों पर ग़ौर करने और उनका सौन्दर्य देखने का मौक़ा दिया।

इसके बाद मैंने ट्यूनिंग फोर्क वाला पूर्व-नियोजित प्रयोग किया। जब हम सब अपने-अपने अवलोकनों पर चर्चा कर रहे थे कि

मैंने इस विषय पर बच्चों से चर्चा की शुरुआत अपने आस-पास,जैसे स्कूल या घर में,बजने वाली विभिन्न ध्वनियों को ध्यान से सुनने और काग़ज़ पर इन ध्वनियों का एक नक़्शा (ध्वनि मानचित्र) तैयार करने को कहकर की (देखें **बॉक्स-2**)। बच्चों ने जो ध्वनि मानचित्र तैयार किए, वह काफ़ी सूझ-बूझ से भरे थे। उदाहरण के लिए, एक बच्चे को पक्षियों में काफ़ी दिलचस्पी थी। उसने उन पक्षियों के चित्र भी बनाए जिन्हें वह अपने आस-पास देखता-सुनता था और उन वृक्षों के भी जिन पर वे आमतौर पर बैठते थे। एक अन्य बच्चे ने रात के सन्नाटे में ट्यूब लाइट से आने वाली आवाज़ पर ध्यान दिया। इस अभ्यास के ज़रिए मैंने बच्चों का ध्यान इस तथ्य की ओर दिलाया कि ध्वनि तब उत्पन्न होती है जब कोई चीज़ कम्पन करती है। उदाहरण के लिए, गिटार बजाते समय हम उसके तारों के कम्पन को देख सकते हैं, तबले पर थाप देने पर तबले का कम्पन महसूस कर सकते हैं या बोलते वक़्त अपने गले पर हाथ रखकर स्वर-यंत्र या मांसपेशियों में कम्पन महसूस कर सकते हैं। एक बार जब हम यह समझ गए कि सारी ध्वनियों का ताल्लुक कम्पन से है, तो मैंने बच्चों के सामने यह प्रस्ताव रखा कि ध्वनि और कुछ नहीं बल्कि कम्पन करती वस्तुओं

बॉक्स-2 : ध्वनियों का मानचित्रण

स्कूल के सन्दर्भ में, हम आस-पास की ध्वनियों का मानचित्र बनाने की गतिविधि को एक अवलोकन अभ्यास या गतिविधि के रूप में देख सकते थे, जिसमें विद्यार्थियों को दिन के अलग-अलग समय में अपने परिवेश की कई अलग-अलग ध्वनियों को तसल्ली से सुनने के लिए वक़्त मिले।[1] उन्हें कई बार आस-पास घूमने के लिए भी प्रोत्साहित किया जा सकता था। वे अपने अवलोकनों को काग़ज़ पर या ब्लैकबोर्ड पर दर्ज कर सकते थे, इसके अलावा ध्वनि के सम्भावित स्थान (स्वयं के सापेक्ष), सम्भावित स्रोत, प्रबलता, अवधि, पिच (तारत्व) आदि का चित्रण भी कर सकते थे।

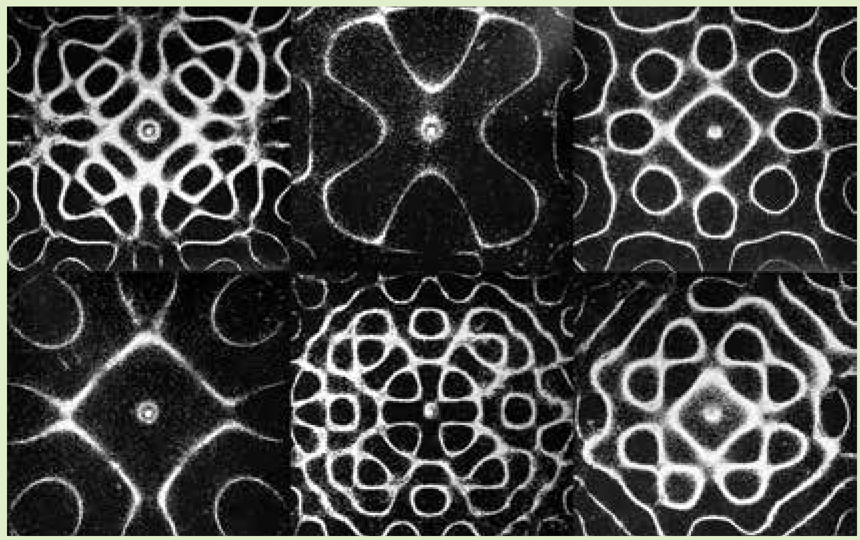


चित्र-2 : स्टील प्लैट पर ट्यूनिंग फोर्क को छुआने के बाद पाउडर से बने पैटर्न।
Credits: Anish Mokashi. License: CC-BY-NC.

तभी मैंने देखा कि एक विद्यार्थी को कोई और ही चीज़ आकर्षित कर रही थी। वह यह जानना चाह रहा था कि कम्पन करते हुए ट्यूनिंग फोर्क के कारण बाल्टी का पानी कैसे चारों तरफ छपछपाता है। कुछ देर अवलोकन करने के बाद उसने मुझे बुलाया और बोला, "अण्णा, ये देखिए।" वह एक डबरे में थोड़ा झुककर खड़ा हुआ था। उसने ट्यूनिंग फोर्क में उसी तरह कम्पन पैदा किया जैसे मैंने प्रदर्शन के वक़्त दिखाया था, लेकिन उसने ट्यूनिंग फोर्क को पानी की सतह से छुआने की बजाय उसके ऊपर पानी डाला। कम्पित ट्यूनिंग फोर्क पर पानी की स्थिर (अप्रगामी) तरंगों के बनते पैटर्न को देखकर मैं भौंचक्का रह गया (**चित्र-1** देखें)[2]। उसने पूछा, "क्या ये भी तरंगें (लहरें) हैं?" चूँकि मुझे इस सवाल की अपेक्षा नहीं थी, मुझे यह पहचानने में थोड़ा समय लगा कि ये गुरुत्वाकर्षण-केशिका तरंगें थीं, जो गुरुत्वाकर्षण और पृष्ठ-तनाव दोनों के कारण बनती हैं। मैंने उसकी इस दिलचस्प 'खोज' को सराहा और बाक़ी बच्चों के साथ इसे साझा करने में उसकी मदद की।

बॉक्स-3 : क्लाडनी संरचनाएँ क्या हैं?

18वीं शताब्दी में जर्मन वैज्ञानिक अर्न्स्ट क्लाडनी के नाम पर पड़ी ये आकृतियाँ कम्पन करती प्लेट, झिल्ली या शीट की सतह पर पाउडर जैसे या दानेदार पदार्थ द्वारा बनाए गए पैटर्न हैं। प्लेट के कम्पन करते भागों पर स्थिर (अप्रगामी) तरंगें बनती हैं और पाउडर उन जगहों पर इकट्ठा होता है जहाँ प्लेट कम्पन नहीं कर रही होती है (इसे नोड्स या नोडल क्षेत्र कहा जाता है)। जिस कम्पन आवृत्ति पर ऐसा होता है, वह प्लेट की अनुनाद या प्राकृतिक आवृत्तियों में से एक आवृति होती है, जो प्लेट की आकृति (जैसे गोलाकार, आयताकार आदि), इसकी मोटाई और जिस सामग्री से वह बनी होती है, उस पर निर्भर करती है।[3]

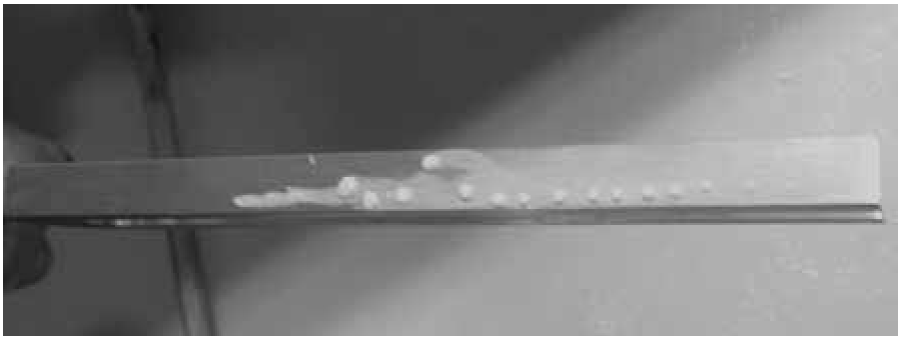


विभिन्न आवृत्तियों पर कम्पन करती प्लेट पर पाउडर या रेत से बनीं क्लाडनी संरचनाएँ।

Credits: Chris Smith. URL: https://www.flickr.com/photos/cjsmithphotography/8800645088/.
License: CC-BY-NC-SA 2.0.

कुछ दिनों बाद, मैंने इस पर सोचा कि क्या कोई ऐसा तरीक़ा हो सकता जिससे हम ध्वनि को देख सकें? हम कक्षा में यह चर्चा करते रहे थे कि हमें ध्वनि तरंगें शायद इसलिए नहीं दिखती हैं क्योंकि हवा पारदर्शी है। कुछ आज़माइशी प्रतिक्रियाओं के बाद एक बच्चे को एक अद्भुत बात सूझी (उसका यूरेका क्षण!) और उसने चिल्लाकर कहा, "अण्णा, पाउडर! पाउडर!" हमने थोड़ा टैल्कम पाउडर मँगाया, एक स्टील प्लेट ली और उसे उलटाकर उस पर पाउडर फैलाया और कम्पन करते हुए ट्यूनिंग फोर्क को प्लेट के किनारे से छुआया (**चित्र-2** देखें)। ऐसा करने से प्लेट की सतह पर पाउडर की छोटी-छोटी ढेरियाँ बन गईं। एक अन्य बच्चे ने ग़ौर किया और कहा, "यह तो एक तितली जैसा दिखता है।" इससे मुझे क्लाडनी चित्रों की याद आ गई (देखें **बॉक्स-3**)।

इसके बाद कुछ दिन बाद एक विद्यार्थी ने इस विचार को कुछ और आगे बढ़ाया। उसने कम्पनों को देखने के लिए कम्पन करते हुए एक ट्यूनिंग फोर्क की सपाट सतह पर टैल्कम पाउडर छिड़का। पाउडर छोटी ढेरियों की एक सीधी पंक्ति में जम गया और प्रत्येक ढेरी के अन्दर घूमता हुआ दिखा (**चित्र-3** देखें)। इस घटना के कुछ वर्षों बाद मैंने पाया कि माइकल फैराडे ने इसी



चित्र-3 : ट्यूनिंग फोर्क की सपाट सतह पर बनीं पाउडर की छोटी ढेरियाँ।
Credits: Anish Mokashi. License: CC-BY-NC.

बॉक्स-4 : प्रोटोसाइंस (पूर्व-विज्ञान) से हमारा क्या तात्पर्य है?

'प्रोटोसाइंस' शब्द का प्रयोग विज्ञान को उसकी निर्माण अवस्था व्यक्त करने के लिए किया जाता है। इसमें ऐसी प्रक्रियाओं द्वारा प्राकृतिक घटनाओं की पड़ताल शामिल है जो औपचारिक प्रक्रिया की तरह तो शुरू नहीं हुई थीं लेकिन धीरे-धीरे औपचारिक प्रक्रिया में विकसित हुईं, जिसे हम आज विज्ञान के साथ जोड़ते हैं। इन प्रक्रियाओं में परिघटनाओं का सावधानीपूर्वक अवलोकन करना, प्रयोग करना, मापना या चीज़ों का वर्णन करने के लिए गणित का उपयोग करना शामिल था। यह विज्ञान शिक्षा में प्रासंगिक क्यों है? बच्चों और कई वयस्कों की आजकल की कई सहज धारणाएँ किसी समय (इतिहास में) व्यापक रूप से मान्य व्याख्याएँ थीं। बच्चों के प्रयासों और विज्ञान के इतिहास के शुरुआती विचारकों के कार्यों और विचारों के बीच ऐसे सम्बन्धों को पहचानने से कक्षा में विज्ञान सीखने के कार्य में विज्ञान की प्रक्रिया का रंग लाने में मदद मिल सकती है।

परिघटना का ज़िक्र वर्ष 1859 की अपनी पुस्तक *एक्सपेरिमेंटल रिसर्च इन केमिस्ट्री एंड फिजिक्स* में किया था। फैराडे ने इसका विवरण इस तरह दिया था, *''यदि एक ट्यूनिंग फोर्क को कम्पित किया जाए और उसे आड़ा (क्षैतिज) पकड़ा जाए, ताकि उसकी एक भुजा की चौड़ी सतह ऊपर की ओर रहे और उस पर थोड़ा लायकोपोडियम पाउडर छिड़का जाए, तो मध्य में पाउडर का एक बादल और कम्पन करते स्टील-दण्ड के मध्य में एक पंक्ति में बनी ढेरियों की जमावट को सुन्दरता से देखा जा सकता है।''* यह परिघटना क्लाडनी संरचनाओं और कम्पन करते ट्यूनिंग फोर्क की सतह के पास शुरू हुई प्रेरित वायु धाराओं के प्रवाह से सम्बन्धित है। यह ध्वनिक धारा (एकूस्टिक स्ट्रीमिंग) और इंटरफेशियल साइंस (सतहों के सम्पर्क पर चलने वाली अन्तर्क्रियाओं) में शोध का एक सक्रिय क्षेत्र है। आगे, बच्चों ने यह भी पाया कि यदि हम ट्यूनिंग फॉर्क को थोड़ा-सा झुकाते हैं तो पाउडर की ढेरियाँ गुरुत्वाकर्षण के विपरीत ऊपर की ओर सरकने लगती हैं।[4] चूँकि मुझे वैज्ञानिक साहित्य में इस परिघटना का ज़िक्र नहीं मिला है, अतः इसे एक नवीन अवलोकन माना जा सकता है।

बॉक्स-5 : सीखने को दृश्यमान बनाने' से हमारा क्या तात्पर्य है?

उत्तरी इटली में रेजियो एमिलिया के म्यूनिसिपल प्री-स्कूल की शैक्षिक प्रथाओं और तरीक़ों को देखें तो इसमें बच्चों, उनके पालकों और शिक्षकों के बीच बच्चों के'सीखने को दृश्यमान बनाने के लिए'उनके काम का दस्तावेज़ीकरण और उसका प्रदर्शन करना शामिल है। इस दस्तावेज़ीकरण का उपयोग सीखने-सिखाने में सुधार में, बच्चों के काम को आगे बढ़ाने में और स्कूल में छोटे समूहों में शिक्षक के निरन्तर पेशेवर विकास करने में शैक्षणिक चिन्तन का एक सहयोगात्मक संवाद करने के लिए किया जाता है। इसके साथ कुछ अन्य दार्शनिक दृष्टिकोण और शैक्षणिक मत हैं जो मिडिल स्कूल स्तर पर विज्ञान शिक्षण-अधिगम के लिए अनुकूल हो सकते हैं — 'बच्चों की सौ भाषाएँ', 'सुनने का शिक्षाशास्त्र', साथ-ही-साथ बच्चों का अवलोकन करने की प्रथा।[7]

घर में भी ध्वनि की खोजबीन

क्या ध्वनि सम्बन्धी ऐसी खोजबीन केवल किसी वयस्क द्वारा नियोजित गतिविधियों के दौरान ही होती है? इस सवाल के जवाब में मैं अपनी बेटी द्वारा ध्वनि की स्वतःस्फूर्तया अनियोजित खोज के भी कुछ उदाहरण साझा करना चाहूँगा जिन्हें मैं आसानी से देख पाया।

मेरी बेटी (जो उस समय तीन वर्ष से थोड़ी बड़ी थी) गुब्बारा पकड़े हुए ज़ोर-ज़ोर से एक धुन गुनगुना रही थी। अचानक उसने गुब्बारा मेरे हाथ में थमा दिया, अपना चेहरा गुब्बारे के पास लाई और उत्साह के साथ फिर से गुनगुनाने लगी। मैं महसूस कर सकता था कि मेरे हाथ में पकड़ा गुब्बारा कम्पन कर रहा है। यह कम्पन क्या हवा के झोंके के कारण हो रहा है, इस सम्भावना को जाँचने के लिए मैंने बिटिया को मुँह और गुब्बारे के बीच एक काग़ज़ रखने को कहा। मैं अब भी गुब्बारे का कम्पन महसूस कर सकता था, जिसका मतलब था कि यह उसके गुनगुनाने की आवाज़ के कारण ही हो रहा था। उसी वर्ष आगे चलकर, मैंने इस अनुभव का उपयोग टाटा इंस्टीट्यूट ऑफ सोशल साइंस (TISS), मुम्बई में कनेक्टेड लर्निंग इनिशिएटिव (CLIx) के तहत हाई स्कूल के विद्यार्थियों के लिए बनाए जा रहे एक मिश्रित शिक्षण मॉड्यूल के लिए एक गतिविधि डिज़ाइन करने में किया। इस गतिविधि का उपयोग ध्वनि और उसके प्रसार का पता लगाने के लिए विद्यार्थियों

बॉक्स-6 : क्या आप जानते हैं?

यह सुनिश्चित करने के लिए कि सीखना सिर्फ़ परिकल्पित स्तर तक सीमित न रह जाए फ़िनलैंड ने परिघटना-आधारित सीखने का तरीक़ा अपनाया है; विद्यार्थी इसे अपनी वास्तविक दुनिया के सन्दर्भों से जोड़ पाते हैं। यह तरीक़ा विद्यार्थियों को ज्ञान के किसी भी क्षेत्र में आन्तरिक सुसंगति और विभिन्न क्षेत्रों के बीच अन्तर्सम्बन्धों की सराहना करने में भी मदद करता है, जिन्हें स्कूल में अलग-अलग विषयों में बाँट दिया जाता है।

को प्रोत्साहित करने में किया जा सकता है (देखें **वर्कशीट : कम्पन करता गुब्बारा**)।[5]

मेरी बेटी ने हाल ही में एक और ऐसा अवलोकन मेरे साथ साझा किया। वह एक प्याले पर गुब्बारे की रबर को तानकर बनाए गए तबले के साथ खेल रही थी। उसने मुझे दिखाया कि जब वह रबर के पर्दे पर एक ख़ास तरह से फूँकती है तो एक गूँजती हुई ध्वनि पैदा होती है।[6] ऐसा इसलिए हुआ होगा क्योंकि पर्दे की थरथराहट की आवृत्ति तबले की गुहा/प्याले की किसी अनुनाद आवृत्ति या नैसर्गिक आवृत्ति में से किसी एक से मेल खाती होगी।

बच्चों की गतिविधियाँ ध्यान से देखना

बच्चों द्वारा ग़ैर-मामूली चीज़ों को खोज निकालने के इन अनुभवों के बाद, मैंने बच्चों की परिघटनाओं की जाँच-पड़ताल को और अधिक ध्यान से देखना शुरू किया। मैं यह भी सोचने लगा कि शायद मैं बच्चों की क्षमताओं को कम आँकता रहा हूँ और ऐसी अन्य खोजबीनों को नज़रअन्दाज़ करता रहा हूँ जो ऐन मेरी आँखों के सामने हो रही हैं। कहने का मतलब यह नहीं है कि एक शिक्षक के रूप में हम बच्चों और उनकी क्षमताओं की तारीफ़ों के पुल बाँध दें, बल्कि मेरा ज़ोर सिर्फ़ इस पर है कि बच्चे क्या हैं यह पहचानने की ज़रूरत है। हो सकता है कि बच्चे किसी परिघटना के गणितीय रूप से अमूर्त और जटिल सैद्धान्तिक पहलुओं को नहीं समझ नहीं पाते हों, लेकिन उसकी खोजबीन करना और बारीक़ियाँ समझना उन्हें आसानी से आता है।

हम स्कूल में विज्ञान के रूप में जो पढ़ाते हैं वह एक सामाजिक प्रक्रिया का परिणाम है — लोगों का भौतिक और प्राकृतिक घटनाओं के बारे में कौतूहल; रचनात्मक तरीक़ों से उनकी खोजबीन करना; दूसरों से विचार लेना, विचारों का आदान-प्रदान करना और विचारों पर बहस करना; नए प्रयोगों के मद्देनज़र परिकल्पनाओं, अवधारणाओं और सिद्धान्तों पर विचार और पुनर्विचार करना। यह स्वीकार करके कि बच्चों में भी इन्हीं गुणों के बीज होते हैं, हमें विद्यार्थियों को सिद्धान्तों और अवधारणाओं के साथ गहराई से जोड़ने के अवसर मिल सकते हैं। विज्ञान सीखने को एक तरह के पूर्व-विज्ञान करने से जोड़कर हम बच्चों की भौतिक घटनाओं की रचनात्मक पड़ताल और व्याख्या करने की क्षमताओं को बढ़ा सकते हैं (**बॉक्स-4** देखें)। यह विद्यार्थियों को विज्ञान के साथ एक निजी सम्बन्ध बनाने और इसकी प्रक्रिया को अपनी प्रक्रिया बनाने में मदद कर सकता है। जिस तरह कोई एक अच्छी कविता की सराहना करता है, उसी तरह वह किसी परिघटना के साथ एक भावात्मक सम्बन्ध भी महसूस कर सकता है, बशर्ते कि उसने उसका सौन्दर्ययुक्त अनुभव किया हो। यह विचार भी आता है कि क्या किसी परिघटना से लगाव विज्ञान पढ़ना जारी रखने का पर्याप्त कारण बन जाएगा?

इसके अलावा, यह राष्ट्रीय पाठ्यचर्या रूपरेखा (2005) विज्ञान शिक्षण पर फोकस समूह की दो महत्त्वपूर्ण सिफ़ारिशों पर काम करने का एक तरीक़ा दे सकता है। इन सिफ़ारिशों में से एक है 'विज्ञान में रचनात्मकता और आविष्कारशीलता को प्रोत्साहित करना'। दूसरी है मिडिल स्कूल स्तर तक बच्चों को परिघटनाओं से परिचित कराने में मदद करना (और हाई स्कूल में इनसे सम्बन्धित अमूर्त अवधारणाओं और सिद्धान्तों पर काम करना)। यह पहचान कर कि विभिन्न बच्चे किस तरह की चीज़ों से जुड़ते हैं, हमें इन लक्ष्यों को हासिल करने के कई सम्भावित तरीक़े सोचने में मदद मिल सकती है। हो सकता है कि हमें यह भी पता चले कि इनमें से कुछ चीज़ों में बच्चे पहले से ही काफ़ी अच्छे होंगे, तो हमें बस इतना करना है कि इस तरह की प्रक्रियाओं को आगे बढ़ाना ताकि 'सीखना दिखने लगे' (**बॉक्स-5** देखें)।

और अन्त में, जब बच्चे भौतिक-प्राकृतिक विश्व के साथ काम करें, तो इस तरह की सम्भावनाओं के प्रति जागरूकता और खुलेपन का महत्त्व स्कूल में और स्कूल के बाहर विद्यार्थियों और उनके प्रयासों को सम्मान देने की बुनियाद तैयार करने में भी है। यह हमें विज्ञान को एक रचनात्मक और सामाजिक उद्यम के रूप में पेश करने का अवसर प्रदान कर सकता है और यथासम्भव बच्चों को इस प्रयास में भाग लेने के लिए आमंत्रित कर सकता है। यह हमें कक्षा में विज्ञान को लेकर एक अधिक लोकतांत्रिक विमर्श की ओर बढ़ने में मदद कर सकता है। इस तरह, इन पहलुओं पर ध्यान देने से हमें सम्भवतःस्कूली विज्ञान सीखने-सिखाने के बेहतर अनुभव देने में मदद मिले (**बॉक्स-6** देखें)।

चलते-चलते

वर्ष 2005 में लिखे गए एक लेख में प्रोफ़ेसर यशपाल ने बच्चों से प्रेरित शिक्षा प्रणाली की दिशा में काम करने का आह्वान किया था।[8] संयोग से, राष्ट्रीय पाठ्यचर्या रूपरेखा (2005) में उनकी प्रस्तावना का यह अंश निष्कर्ष के लिए अच्छा है: *"चूँकि बच्चे आमतौर पर बड़ों की तुलना में अधिक अनुभव और अवलोकन करते हैं, ज्ञान निर्माता के रूप में उनकी सम्भावित भूमिका की सराहना की जानी चाहिए। व्यक्तिगत अनुभव के आधार पर मैं यक़ीन के साथ कह सकता हूँ कि मेरी सीमित समझ का अधिकांश हिस्सा बच्चों के साथ मेरी अन्तर्क्रिया का परिणाम है।"*

मुख्य बिन्दु



- बच्चे भौतिक-प्राकृतिक परिघटनाओं के सूक्ष्म विवरण और बारीक़ियों पर गौर करते हैं; कभी-कभी वे ऐसी नई चीज़ें देख पाते हैं जो शिक्षकों ने पहले नहीं देखी होती।
- परिघटनाओं का अवलोकन करते समय बच्चे क्या करते हैं (और कहते हैं) इस पर बारीक़ी से ध्यान देने से उनके आस-पास की दुनिया के साथ उनके जुड़ाव के दिलचस्प पहलू और चीज़ों समझने के तरीक़े पता चलते हैं।
- परिघटनाओं को समझने के बच्चों के कौशल को जानकर और उनके काम का दस्तावेज़ीकरण करने से हमें मिडिल स्कूल स्तर का विज्ञान पढ़ाने के रचनात्मक तरीक़ों के बारे में सोचने में मदद मिल सकती है।
- इस तरह के प्रयास भौतिकी जैसे विषय का व्यक्तिकरण करने में भी मदद कर सकते हैं, जो कई विद्यार्थियों को कठिन लगता है।

आभार: चित्र-1 और 3 में तस्वीरें खींचने में सहयोग के लिए मैं आईआईएससी में अपने पूर्व सहयोगी *श्रीमुरुगन वी* को धन्यवाद देता हूँ। मैं क्लिक्स (CLIx) टीम के मेरे साथियों *हनी सिंह* और *दिनेश कुमार वर्मा* के योगदान का भी आभारी हूँ, जिनके साथ मैंने ध्वनि पर टिस (TISS) मॉड्यूल विकसित किया था। अन्त में, मैं इस लेख के पहले के मसौदे को बेहतर बनाने के लिए समीक्षकों द्वारा दी गई उनकी विस्तृत प्रतिक्रिया और सुझावों के लिए धन्यवाद देता हूँ।

Notes:

1. An article describing some of these experiences of witnessing children exploring phenomena has previously appeared in Sandarbh in Nov-Dec 2014. URL: https://www.eklavya.in/pdfs/Sandarbh/Sandarbh_95/23-36_Science_With_Children.pdf.
2. Source of the image used in the background of the article title: Child playing drums. Credits: Junuka Deshpande. License: CC-BY-NC.

Additional references:

1. Read more about how to design an activity to encourage children to create soundscapes here: https://www.nationalgeographic.org/activity/soundscape/.
2. Watch a short video clip of standing waves forming on water on the surface of a vibrating tuning fork here: https://www.youtube.com/watch?v=0UbH9nhjhR8.
3. Read more about Chladni figures in this post from the Scientific American: https://blogs.scientificamerican.com/but-seriously/chladni-figures-amazing-resonance-experiment/.
4. Watch a short video of the mounds of powder moving up the incline against gravity here: https://www.youtube.com/watch?v=nOLmc0pUesY.
5. Find an activity to explore sound and its propagation using a balloon here: https://clixplatform.tiss.edu/sound/course/activity_player/59b7e5272c4796015b350c69/59b7e5312c4796015b350d0c/. You could browse the entire module for other ways of teaching concepts related to sound. Links to download a student workbook and a teacher handbook can also be found on this online platform.
6. Watch a short video clip of how blowing air on the drum produces a resonating sound here: https://www.youtube.com/watch?v=cWd3SpSubUc.
7. Read more about the philosophical approach, pedagogical ideas, and educational practices from Reggio Emilia here: The Hundred Languages of Children: the Reggio Emilia experience in transformation. Carolyn Edwards, Lella Gandini and George Forman (editors), Praeger, Santa Barbara, California, 2012.
8. Read the complete article by Prof. Yash Pal here: For a child-inspired education system, The Hindu, September 6, 2005. URL: https://www.thehindu.com/todays-paper/tp-national/for-a-child-inspired-education-system/article27462698.ece.



अनीश मोकाशी अज़ीम प्रेमजी विश्वविद्यालय, बेंगलूरु में भौतिकी और अध्यापक शिक्षा समूहों के साथ काम करते हैं। उन्हें प्रायोगिक भौतिकी और विज्ञान शिक्षा में काम का अनुभव है। अनीश ने इससे पहले भारतीय विज्ञान संस्थान (IISc) बेंगलूरु में स्नातक विद्यार्थियों को पढ़ाया है; विज्ञान अध्यापक शिक्षा पर एकलव्य, भोपाल के साथ काम किया; और पूर्णा लर्निंग सेंटर, बेंगलूरु में अध्यापन किया है। उनकी रुचियाँ विज्ञान शिक्षा के सन्दर्भ में **करने** और **सोचने** को जोड़ने में, विद्यार्थियों के विचारों और अर्थ-निर्माण में, सीखने-सिखाने की संस्कृतियों में और विज्ञान के इतिहास में है।

अनुवाद : प्रतिका गुप्ता **पुनरीक्षण :** सुशील जोशी **कॉपी एडिटर :** अनुज उपाध्याय

गतिविधि शीट : कम्पन करता गुब्बारा

अपने दोस्त के चेहरे के सामने एक गुब्बारा रखें और उसे तेज़ी से ऊऊऊऊउउउउउ... की आवाज़ निकालने को कहें।



सवाल : क्या हुआ?

सवाल : तुम्हें क्या लगता है ऐसा क्यों हुआ?

सवाल : क्या ऐसा तुम्हारे दोस्त के मुँह से निकलने वाली हवा के कारण हुआ?

अब हवा रोकने के लिए अपने दोस्त के मुँह और गुब्बारे के बीच एक काग़ज़ रखो। अब फिर से अपने दोस्त से आवाज़ निकालने को कहो।

सवाल : क्या तुम्हें अभी भी कम्पन महसूस हुआ?

अपने दोस्त से दो क़दम दूर जाओ। और अब फिर से दोस्त को आवाज़ निकालने को कहो।

सवाल : क्या गुब्बारे में अब भी कम्पन हुआ?

सवाल : क्या तुम गुब्बारे के साथ इस गतिविधि या ध्वनि से जुड़ा कुछ और करके देखना चाहते हो?

Note: This activity was first published here: https://clixplatform.tiss.edu/sound/course/activity_player/59b7e5272c4796015b350c69/59b7e5312c4796015b350d0c/. This copy is shared here with the permission of the author.

i wonder... Rediscovering school science

रचनाकार :
अनीश मोकाशी अज़ीम प्रेमजी विश्वविद्यालय, बेंगलूरु में भौतिकी और अध्यापक शिक्षा समूहों के साथ काम करते हैं। **अनुवाद :** प्रतिका गुप्ता **पुनरीक्षण :** सुशील जोशी **कॉपी एडिटर :** अनुज उपाध्याय

Azim Premji University

विज्ञान शिक्षक काम पर

गतिविधि शीट : कम्पन करता गुब्बारा

1. यह गतिविधि मूल रूप से हाई स्कूल के बच्चों के लिए विकसित की गई है।
2. इस गतिविधि को करने के लिए एक पूरे पीरियड की आवश्यकता होगी।
3. चूँकि इस गतिविधि में ज़ोर से चिल्लाना पड़ेगा, इसलिए सुझाव है कि यह गतिविधि बाहर या ऐसी जगह पर की जाए जहाँ शोर-शराबे से अन्य कक्षाओं में खलल न पड़े।
4. इस गतिविधि के बाद की चर्चाओं को कुछ दिशा देने की ज़रूरत होगी। इसमें कोई सहयोगी होने से मदद मिलेगी।
5. दो-दो की जोड़ी में बच्चों के समूह बनाएँ और हर समूह को गुब्बारा और काग़ज़ दें।
6. सुझाव है कि एक बार में एक निर्देश दें या एक सवाल पूछें : एक कार्य को ख़त्म कर लेने के बाद ही अगले पर जाएँ। निर्देशों या सवालों को ब्लैकबोर्ड पर भी लिखा जा सकता है या पर्चियों में लिखकर भी दिया जा सकता है।
7. हर समूह को सवालों के अपने जवाब दर्ज करने के लिए प्रोत्साहित करें। यह स्पष्ट करें कि यह गतिविधि कोई सही जवाब सुनने के लिए नहीं की जा रही है बल्कि यह उनके सोचने, चर्चा करने और विचारों को दर्ज करने के लिए है।
8. दो-दो की जोड़ी वाले हर समूह की गतिविधि पूरी हो जाने पर इनमें से कुछ समूहों को मिलाकर कुछ बड़े समूह बनाए जा सकते हैं, इस तरह कि लगभग 6-8 ग्रुप रहें। हर समूह को 15 मिनट चर्चा के लिए दिए जा सकते हैं। समूह में वे अपने अनुभवों को पढ़कर सुना सकते हैं और साथ ही ऐसे कोई अवलोकन या आईडिया भी बता सकते हैं जो वे लिख न पाए हों। बच्चों को एक-दूसरे के जवाबों/प्रतिक्रियाओं के अर्थ को स्पष्ट करने को कहें। 15 मिनट पूरे होने को बाद हर समूह को अपने समूह में हुई चर्चा का सार प्रस्तुत करने को कहें।
9. हर समूह के प्रस्तुतीकरण के कुछ दिलचस्प बिन्दु और सवाल ब्लैकबोर्ड पर लिखें। इन बिन्दुओं को कक्षा में आगे चर्चा के लिए उपयोग किया जा सकता है।
10. कुछ समूहों ने गतिविधि को अलग-अलग तरह से भी करके देखा होगा (चर्चा के समय आपको ध्यान देना होगा) या प्रयोग को आगे बढ़ाने के कुछ विचार उनके पास होंगे। उन्हें भी साझा करने को कहें।
11. कुछ विद्यार्थियों को गतिविधि और चर्चा से उभरे कुछ मुख्य बिन्दु साझा करने के लिए कहें। हो सकता है कि इस बिन्दु पर कुछ सवालों के जवाब या गतिविधि में कुछ नया करने के विचार उतने स्पष्ट न हों। इन्हें बाद में इस गतिविधि को ध्वनि या/और अन्य सम्बन्धित अवधारणाओं से जोड़ने के लिए लिया जा सकता है।

शिक्षक निर्देशिका

i wonder... Rediscovering school science

रचनाकार :
अनीश मोकाशी अज़ीम प्रेमजी विश्वविद्यालय, बेंगलूरु में भौतिकी और अध्यापक शिक्षा समूहों के साथ काम करते हैं।
अनुवाद : प्रतिका गुप्ता **पुनरीक्षण :** सुशील जोशी **कॉपी एडिटर :** अनुज उपाध्याय

Azim Premji University



मध्याह्न कब होता है?

आलोक माण्डवगणे और वरुणी पी

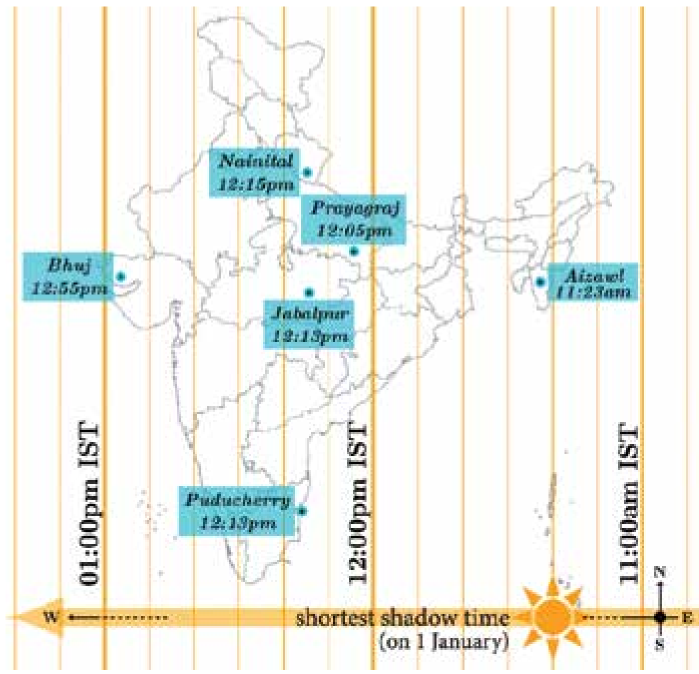
क्या आप बता सकते हैं कि मध्याह्न (नून) कब होता है? शायद आपने सुना हो कि यह वह समय है जब सूर्य आकाश में सबसे ज़्यादा ऊँचाई पर होता है। क्या यह आपके लिए दिन के 12 बजे (**बॉक्स-1** देखें) होता है?

बॉक्स-1 : भारतीय मानक समय (IST)

प्रयागराज (उत्तर प्रदेश) के पास 82.5°E देशान्तर देश का एक केन्द्रीय स्थल है। यहाँ का समय ही भारतीय मानक समय (इण्डियन स्टैन्डर्ड टाइम-**IST**) माना जाता है। हम सब अपनी घड़ियों और फ़ोन का समय इसी से मिलाते हैं। दिन का वह समय जब हमारी परछाईं सबसे छोटी होती है स्थानीय मध्याह्न या लोकल नून कहलाता है। आमतौर पर, आप 82.5°E के जितने क़रीब होंगे, आपका लोकल नून 12 बजे आइएसटी के उतने ही क़रीब होगा।

आमतौर पर देश के पूर्वी क्षेत्र में 12 बजे आईएसटी से पहले सूरज सबसे ऊँचाई पर होता है और देश के पश्चिमी क्षेत्रों में 12 बजे आईएसटी के बाद। इसलिए 12 बजे आईएसटी आपका लोकल नून हो ये ज़रूरी नहीं।

लेकिन ये कैसे पता करेंगे कि सूर्य कितनी ऊँचाई पर है? सूर्य को देखकर तो पता लगाया नहीं जा सकता, क्योंकि सूर्य को सीधे-सीधे कभी नहीं देखना चाहिए! लेकिन एक तरीक़ा है। आप अपनी परछाईं को देखकर ज़रूर इस बात का पता लगा सकते हैं। आसमान में सूर्य जितनी ऊँचाई पर होगा, उतनी ही छोटी आपकी परछाईं होगी। मध्याह्न के 12 बजे आईएसटी आपका लोकल नून हो यह ज़रूरी नहीं है। आप जिस जगह में हैं वहाँ का लोकल नून तब है जब सूर्य आसमान में सबसे ऊँचा है और आपकी परछाईं सबसे छोटी है। इसीलिए तो इसे लोकल नून कहा जाता है! आपका लिए लोकल नून कब है?



चित्र-1 : भारत में अलग-अलग जगह पर सबसे छोटी परछाईं कब होती है, यह देखकर आप नक़्शे में अपनी लोकेशन का पता लगा सकते हैं।

(अ) अपनी परछाईं को नापो

सुबह 10:30 बजे से लेकर दोपहर के 1:30 बजे तक हर कुछ मिनटों पर अपनी परछाईं की लम्बाई नापो। आपकी लोकल नून तब होगी जब आपकी परछाईं दिन में सबसे छोटी होगी।

बॉक्स-2 : देशान्तर

देशान्तर यानी कोई जगह मुख्य मेरिडियन (ग्रीनविच, इंग्लैंड) के पूर्व या पश्चिम से कितनी दूरी पर स्थित है। भारत गुजरात 68°E से शुरू होता है और अरुणाचल प्रदेश 97°E तक जाता है ।

(ध्यान दें: आपकी सबसे छोटी परछाईं की लम्बाई शून्य नहीं होगी) आपकी लोकल नून दोपहर 12 के पहले या उसके बाद में भी हो सकती है।

सबसे पहले सबसे छोटी परछाईं मिज़ोरम के ऐज़वाल में बनती है, फिर मध्य प्रदेश के जबलपुर में और फिर गुजरात के भुज में। लेकिन उत्तराखण्ड के नैनीताल, मध्य प्रदेश के जबलपुर और पुदुचेरी में लगभग एक ही समय पर सबसे छोटी परछाईं बनती है (**चित्र-1** देखें)। क्या आप बता सकते हैं कि पूर्व से पश्चिम और उत्तर से दक्षिण की ओर जाते हुए लोकन नून किस तरह बदलती है?

चूँकि सूर्य पूर्व की ओर उगता है इसलिए पूर्वी शहरों (जैसे कि ऐज़वाल) पर सूर्योदय पश्चिमी शहरों (जैसे कि भुज) से पहले दिखेगा। इसलिए पूर्वी जगहों में सूर्य सबसे ज़्यादा ऊँचाई पर पश्चिमी जगहों से पहले होगा (**बॉक्स-2** देखें)। तो भारत के पूर्वी स्थानों पर लोकल नून पहले होता है और पश्चिमी स्थानों पर बाद में। और एक ही देशान्तर पर स्थित शहरों (जैसे नैनीताल, जबलपुर और पुदुचेरी) के लिए सूर्य लगभग एक ही समय सबसे अधिक ऊँचाई पर होगा। इसलिए इन शहरों में लगभग एक ही समय लोकल नून होगी।

(ब) ठीक आधा दिन मध्याह्न

दिन सूर्योदय से शुरू और सूर्यास्त पर ख़त्म होता है। सूर्योदय के बाद सूर्य आसमान में ऊपर चढ़ता जाता है और फिर सूर्यास्त के लिए ढलता जाता है। तो मध्यान्ह को हम दिन के बीच के समय के रूप में भी सोच सकते हैं — यानी कि सूर्योदय और सूर्यास्त के ठीक बीच का समय।

अपने गाँव या शहर में आज के सूर्योदय और सूर्यास्त के समय का (अख़बार से या नेट से) पता लगाएँ। इन दोनों के बीच का समय दिन की लम्बाई होगी। इनके एकदम बीच का समय मध्याह्न होगा। यह वही समय है जब सूर्य आसमान में सबसे ऊपर होगा यानी कि यही आपका लोकल नून।

क्या यह वही समय है जब आपकी परछाईं सबसे छोटी बनी थी?

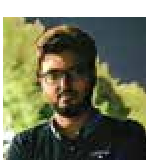
(स) मध्याह्न आख़िर कब है?

किसी भी दिन ठीक-ठीक लोकल नून कब है यह जानने के लिए आप इस ऐप का भी इस्तेमाल कर सकते हैं: alokm.com/zs-dapp (देखें **बॉक्स-3**)।

बॉक्स-3 : 'ज़ीरो शैडो डे' एप

ये एक ऐसा एंड्रॉयड स्मार्टफ़ोन एप है जिसमें कई सारे इंटरएक्टिव विज़ुअलाइजेशंस हैं जिनके ज़रिए समझा जा सकता है कि विभिन्न जगहों पर पूरे साल के दौरान सूर्य से किस तरह की परछाइयाँ बनती हैं। यह एप अपने उपयोगकर्त्ता के लिए डाटा भी उपलब्ध कराता है। इस एप को एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी ऑफ़इण्डिया— पब्लिक आउटरीच एंड एजुकेशन कमिटी (ASI-POEC) ने शुरू किया है। इसे यहाँ से डाउनलोड किया जा सकता है —https://play.google.com/store/apps/details?id=com.alokm.zsd

आभार : लेखक इस लेख पर सुझावों और टिप्पणियों के लिए *अनिकेत सुले* (एचबीसीएसई), *चैतन्य उर्सेकर* (एचबीसीएसई), *निरुज मोहन रामानुजन* (आईआईए), *टी वी वेंकटस्वरन* (विज्ञान प्रसार), *विजय रविकुमार* और ASI-POEC के सदस्यों के आभारी हैं।



आलोक माण्डवगणे सॉफ्टवेयर डेवलपर हैं और शौक़िया अन्तरिक्ष विज्ञानी हैं। वे भोपाल, मध्यप्रदेश के आर्यभट्ट फ़ाउण्डेशन में कार्यरत हैं। उनसे alok.mandavgane@gmail.com पर सम्पर्क किया जा सकता है।



वरुणी पी तमिलनाडु के चेन्नई स्थित गणितीय विज्ञान संस्थान में आउटरीच असोसिएट हैं। उनसे varuni@imsc.res.in पर सम्पर्क किया जा सकता है।

अनुवाद : अनमोल जैन **पुनरीक्षण :** सुशील जोशी **कॉपी एडिटर :** अनुज उपाध्याय



शिक्षण खाद्य-सम्बन्धी अवधारणा का

सौरभ सोम

प्रारम्भिक स्तर तक के विद्यार्थियों को खाद्य सम्बन्धों के बारे में खाद्य-शृंखला और खाद्य-जाल के माध्यम से परिचित कराया जाता है। विभिन्न शोध यह दर्शाते हैं कि इन दोनों ही तरीक़ों से खाद्य-सम्बन्धों के शिक्षण में विद्यार्थियों में कुछ भ्रान्तियाँ बन जाती हैं। तो कुछ प्रमुख भ्रान्तियाँ क्या हैं? और इन्हें दूर करने के लिए शिक्षण सम्बन्धी रणनीतियाँ क्या होंगी?

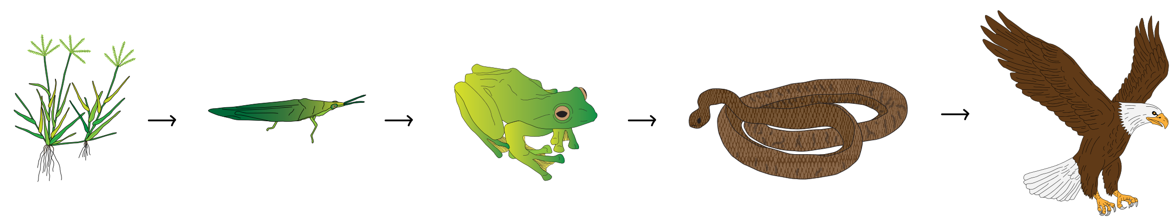
पारिस्थितिकी तंत्र में विभिन्न जीवों के मध्य खाद्य-सम्बन्धों की समझ में विभिन्न जीवों के बीच खाद्य निर्भरता से परिचय शामिल होता है। इसमें उत्पादक, उपभोक्ताओं और अपघटकों की भूमिकाएँ शामिल हैं; प्रकाश संश्लेषण के द्वारा सरल आण्विक पदार्थों का जटिल पदार्थों में बदलना, जटिल आण्विक पदार्थों का सरल आण्विक पदार्थों में विघटन और इनमें से प्रत्येक प्रक्रिया में ऊर्जा का रूपान्तरण; और इन सम्बन्धों में मनुष्यों की भूमिका। अक्सर इन सभी पहलुओं को अति-सरलीकरण किए बिना उभारना एक जटिल कार्य है।

शिक्षण का सामान्य तरीक़ा यह है कि यह खाद्य-सम्बन्धों के सरल मॉडल से शुरू किया जाए और फिर इसके इर्द-गिर्द जटिल अवधारणाएँ जोड़ी जाएँ। इसका अर्थ यह होता है कि पारम्परिक रूप से प्रारम्भिक स्तर तक खाद्य-सम्बन्धों का शिक्षण खाद्य-शृंखला और बहुत हुआ तो खाद्य-जाल के शिक्षण तक ही सीमित रह जाता है। शिक्षक बताते हैं कि बच्चों के लिए इन दोनों मॉडल्स को समझना आसान होता है। अलबत्ता, शोध दर्शाते हैं कि दोनों ही मॉडल बच्चों में कई भ्रान्तियाँ छोड़ देते हैं।

विद्यार्थियों की कुछ सामान्य भ्रान्तियाँ

एक सरल खाद्य-शृंखला से प्रारम्भिक स्तर के कई विद्यार्थी परिचित होते हैं, इस बारे में उनके कुछ विचार देखते हैं। (**चित्र-1** देखें)

1. प्राथमिक स्तर के उपभोक्ताओं की जनसंख्या में परिवर्तन एक या अधिक उत्पादकों की जनसंख्या को प्रभावित नहीं करेगा— उदाहरण के लिए, विद्यार्थी शायद यह मान लें कि टिड्डियों की जनसंख्या में परिवर्तन का घास की जनसंख्या पर प्रभाव नहीं होगा। यह मान्यता कि उत्पादक उपभोक्ताओं से स्वतंत्र है,आगे चलकर एक संकीर्ण विचार में तब्दील हो सकती है कि हमें उपलब्ध संसाधन अनन्त या इतनी पर्याप्त मात्रा में उपलब्ध हैं कि हमें



चित्र-1 : प्राथमिक स्कूल स्तर पर उपयोग की जाने वाली एक सरल खाद्य शृंखला

इनके चुक जाने की चिन्ता करने की ज़रूरत नहीं है।

2. खाद्य-शृंखला में मौजूद कोई आबादी किसी दूसरी आबादी को तभी प्रभावित करेगी जब वे शिकारी और शिकार दोनों के सम्बन्ध में हों। उदाहरण के लिए, विद्यार्थी यह मान सकते हैं कि मेंढकों की जनसंख्या में परिवर्तन से केवल टिड्डों और साँपों की जनसंख्या प्रभावित होगी। घास और चीलों की जनसंख्या इससे अप्रभावित रहेगी। इसका मतलब यह हुआ कि भले ही विद्यार्थी परिवर्तन के दोनों ओर के प्रभावों को देख सकते हैं, लेकिन खाद्य सम्बन्धों पर उनकी समझ शृंखला में सीधे तौर पर जुड़े जीवों तक ही सीमित है। वे अक्सर यह मान सकते हैं कि पारिस्थितिक तंत्र में मौजूद सशक्त स्व-नियन्त्रण व्यवस्था इन सीधे सम्बन्धों के परे किसी भी क्षति की भरपाई कर सकती है।

3. एक आबादी में बदलाव खाद्य-जाल के परिपथ में विभिन्न मार्गों से आगे नहीं बढ़ेगा। उदाहरण के लिए बच्चे यह मान सकते हैं कि परितंत्र में मौजूद टिड्डों की जनसंख्या में परिवर्तन घास खाने वाले जानवरों की जनसंख्या या उनका शिकार करने वाले मांसाहारियों की जनसंख्या को किसी भी तरह से प्रभावित नहीं करेगा।

4. किसी शिकार की जनसंख्या में परिवर्तन, उसके शिकारी की जनसंख्या के आकार को प्रभावित नहीं करती। उदाहरण के लिए विद्यार्थी यह मान सकते हैं कि परितंत्र में मौजूद मेंढकों की जनसंख्या में परिवर्तन, उसी परितंत्र में मौजूद साँपों की जनसंख्या को प्रभावित नहीं करेगा। यह भ्रान्ति उस स्थिति में ज़्यादा आम हो सकती है जब हम खाद्य-सम्बन्धों को अलग-थलग घटनाएँ मान लेते हैं और उनका सम्बन्ध विभिन्न जैविक प्रक्रियाओं (जैसे-खाद्य उपलब्धता के आधार पर प्रजनन सम्बन्धी लाभ या हानियाँ) से नहीं जोड़ते।

5. किसी खाद्य-शृंखला में उच्चतर स्तर पर स्थित आबादी शृंखला में अपने से निचले स्तरों पर मौजूद सभी आबादियों का शिकार करती है। ऐसा खाद्य-शृंखला के सरल निरूपण की वजह से किसी खाद्य (ट्रॉफिक) स्तर पर विभिन्न प्रजाति विशिष्ट खाद्य-सम्बन्धों पर पर्याप्त बातचीत के अभाव और सीमित उदाहरणों के आधार पर अतिसामान्यीकरण (जैसे — यह तथ्य कि बाघ कई शाकाहारी जन्तुओं को खाता है) की वजह से हो सकता है। कई मामलों में विद्यार्थी खाद्य-पिरामिड के आरेख की इस तरह ग़लत व्याख्या कर लेते हैं कि खाद्य-शृंखला में सर्वोच्च स्तर (शिखर) पर स्थित प्रजाति उन सभी प्रजातियों का भक्षण करती है जो उससे निचले स्तरों पर हैं।

6. जब खाद्य जाल में किसी एक आबादी के आकार में बदलाव आता है, तो बाक़ी आबादियाँ भी उसी तरह बदलेंगी। हालाँकि अन्तर्सम्बन्धों के समझने की विद्यार्थियों की क्षमता शिक्षक के लिए उत्साहवर्धक हो सकती है परन्तु खाद्य-जाल के सारे अन्तर्सम्बन्धों को सरल रेखीय मान लेना खाद्य-सम्बन्धों की ग़लत व सरलीकृत समझ है।

7. अपघटक खाद्य-शृंखला का हिस्सा नहीं होते। चूँकि प्रारम्भिक स्तर तक की पाठ्यपुस्तकों में दर्शाए गए खाद्य-जाल के उदाहरणों में अपघटकों और अन्य सूक्ष्मजीवों की भूमिका के बारे में स्पष्ट रूप से उल्लेख नहीं किया जाता इसलिए कई विद्यार्थियों के मन में यह धारणा बन सकती है कि अन्य जीवों के खाद्य-सम्बन्धों में इन जीवों की कोई भूमिका नहीं होती।

8. खाद्य-शृंखलाओं और खाद्य-जालों में पदार्थों का प्रवाह होता है, ऊर्जा का नहीं। चूँकि पारम्परिक शिक्षण में इस तरह से प्रस्तुत किया जाता है कि एक जीव दूसरे जीव का भक्षण करता है, इसलिए ज़्यादातर बच्चे यह नहीं समझ पाते कि खाद्य-शृंखलाओं और खाद्य-जालों में प्रत्येक स्तर पर ऊर्जा का भी स्थानान्तरण भी होता है।

विद्यार्थियों की भ्रान्तियों को कैसे सम्बोधित करें?

हम माध्यमिक स्तर पर खाद्य-शृंखला और खाद्य-जाल को किस तरह से प्रस्तुत करें कि वह इन भ्रान्तियों को सम्बोधित करें? कुछ रणनीतियाँ इस तरह हो सकती हैं :

1. किसी अपेक्षाकृत बड़ी सामान्य श्रेणी के अन्तर्गत विशिष्ट जीवों के खाद्य-सम्बन्धों से विद्यार्थियों को परिचित कराना। उदाहरण के तौर पर, पहले कीटों के सामान्य खाद्य-सम्बन्धों से परिचय करवाएँ और फिर कीटों के विभिन्न

समूहों,जैसे — तितली, चींटी और कॉकरोच की खानपान की आदतों के बीच के अन्तरों को स्पष्ट करें। इसके आधार पर तितलियों की दो-तीन प्रजातियों के पोषक पौधों के बीच असमानताओं पर चर्चा की जा सकती है। यह कम सरलीकृत उदाहरण तो प्रस्तुत करेगा ही, साथ में विद्यार्थी अपनी प्रजाति सम्बन्धी शब्दावली को विस्तार दे पाएँगे और पारिस्थितिक तंत्र की सेहत के लिए जैव विविधता का महत्त्व भी देख पाएँगे।

2. विद्यार्थियों से कक्षा में जिन खाद्य-सम्बन्धों पर चर्चा हुई है, उसके दायरे को विस्तार देना। विद्याथियों के साथ इस तरह के उदाहरण साझा करना जहाँ शिकारी और शिकार अलग तरह के खाद्य-सम्बन्धों में भी लिप्त होते हैं, जैसे —सन बीयर (भालू की एक प्रजाति) द्वारा शहद और फल का भक्षण। शिकार-शिकारी सम्बन्धों के अलावा, विद्याथियों को उनके वास्तविक संसार से जुड़े मृतोपजीवी और परजीवियों से भी परिचित कराना और उनकी खोजबीन करना। इसमें लकड़ी के सड़ते लट्ठों पर ब्रैकेट कवक का अवलोकन या मच्छरों का मनुष्यों, गाय-भेड़ों और कुत्तों के शरीर से खून चूसने जैसे उदाहरण लिए जा सकते हैं।

3. **खाद्य-शृंखला में ऊपर नीचे (पदानुक्रम) को कम महत्त्व देना।** पारम्परिक शिक्षण में खाद्य-सम्बन्धों को एक पिरामिड के रूप में दर्शाया जाता है, जिसमें विभिन्न ट्रॉफिक स्तर होते हैं। इस प्रकार के रेखीय निरूपण से विद्यार्थी यह मान सकते हैं कि ज़्यादातर जीव सिर्फ़ एक ट्रॉफिक स्तर पर ही फिट होते हैं या जो जीव उच्च ट्रॉफिक स्तर पर हैं वह अपने से नीचे के सभी ट्रॉफिक स्तर के जीवों का उपभोग करता है। इससे निपटने के लिए नेटवर्कनुमा ट्रॉफिक स्तरों पर चर्चा कीजिए।

4. खाद्य-सम्बन्धों के ज़रिए पदार्थों के पुनर्चक्रण पर ज़ोर दीजिए। उदाहरण के तौर पर, यह विवरण दीजिए कि उत्पादक भोजन बनाते हैं, अपघटक मृत जीवों पर क्रिया करके उन्हें सरल यौगिकों में तोड़ देते हैं और कैसे श्वसन में मुक्त कार्बन-डाईऑक्साइड प्रकाश संश्लेषण का कच्चा माल बन जाती है।

5. ऊर्जा की भूमिका को उभारें। खाद्य निर्भरता की कड़ी ऊर्जा के एक रूप से दूसरे में रूपान्तरण के साथ जोड़िए। उदाहरण के लिए, बताइए कि कैसे पादपों में प्रकाश संश्लेषण के दौरान सौर ऊर्जा रासायनिक ऊर्जा में परिवर्तित होती है या कैसे जन्तुओं में पाचन क्रिया के दौरान रासायनिक ऊर्जा का परिवर्तन ऊष्मीय ऊर्जा (शरीर के तापमान के नियमन के लिए) और याँत्रिक ऊर्जा (जिसका उपयोग पेशियों के संचालन के लिए) में परिवर्तित होती है।

6. ऐसी गतिविधियाँ व उदाहरण प्रस्तुत करें जिनसे खाद्य-शृंखला और खाद्य-जाल का गतिशील और अरेखीय स्वभाव सामने आए। विद्यार्थियों को स्थानीय प्राकृतिक अथवा कृत्रिम परिवेश में थोड़ी-सी प्रजातियों के खाद्य-सम्बन्ध का लम्बे समय तक अध्ययन उन्हें अरेखीय स्वभाव का एहसास दे सकता है। एक तरीक़ा यह हो सकता है कि विद्यार्थियों को उनके स्थानीय परिवेश में जैसे, उन्हें यह देखने को प्रेरित करें कि पालतू जानवर क्या खाते हैं। विद्यार्थी आमतौर पर देखे जाने वाले पक्षियों, कीटों, कृन्तकों (चूहा/गिलहरी) आदि की खाने की आदतों के अवलोकनों का रिकॉर्ड रख सकते हैं। इन अवलोकनों के आधार पर कक्षा में चर्चा करें। दूसरे तरीक़े में एक गतिविधि की जा सकती है। विद्यार्थियों को उनके द्वारा बनाए टेरारियम में चींटियों, केचुओं और तितलियों की देखभाल करने को कहा जा सकता है। तीसरे तरीक़े में कम्प्यूटर-जनित एनीमेशन का सहारा लिया जा सकता है। उदाहरण के लिए विद्यार्थियों को किसी परितंत्र में मौजूद खाद्य-सम्बन्धों में परिवर्तन को समझाने के लिए किसी केस-स्टडी के इर्द-गिर्द एनीमेशन बनाने में मदद करें।

चलते-चलते

खाद्य-शृंखला और खाद्य-जाल से विद्यार्थियों का परिचय ऐसे परस्पर जुड़े सम्बन्धों के व्यापक सन्दर्भों से कराया जाए जो असरल-रेखीय हों,जिनमें मानव भी शामिल हों, समय के साथ बदलते हों, ऊर्जा और पदार्थों दोनों का चक्रण होता हो और विद्यार्थियों के वास्तविक जीवन में अवलोकन योग्य हों, तो विद्यार्थियों में कम भ्रान्तियाँ पनपेंगी। इस उद्देश्य को हासिल करने लिए हमने कुछ मोटी-मोटी शिक्षण रणनीतियों के सुझाव दिए हैं। अलबत्ता, ये मात्र सुझाव हैं, पत्थर की लकीर नहीं। ये तब ज़्यादा प्रभावी होंगे जब इनका उपयोग सन्दर्भ के प्रति संवेदनशीलता के साथ किया जाएगा।

मुख्य बिन्दु



- हालाँकि कई शिक्षक बताते हैं कि प्रारम्भिक स्तर के विद्यार्थियों के लिए खाद्य-जाल और खाद्य-शृंखला को समझना आसान होता है लेकिन शोध से पता चलता है कि दोनों मॉडल विद्यार्थियों में कुछ भ्रम छोड़ देते हैं।
- अधिकांश भ्रान्तियाँ खाद्य-सम्बन्धों को पदार्थों के चक्रण की रेखीय, दूरस्थ और अलग-अलग घटनाओं, जिनमें मनुष्य शामिल नहीं होते, के रूप में दर्शाने से पैदा होती हैं।
- इन भ्रान्तियाँ को विस्तृत सन्दर्भों में समय के साथ परिवर्तित हुए अरेखिक अन्तर्सम्बन्धों वाले दोनों तरह के ऐसे मॉडल प्रस्तुत करके दूर किया जा सकता है, जिसमें पदार्थ और ऊर्जा दोनों का चक्रण हो, मनुष्य भी शामिल हों और वास्तविक दुनिया में दिखते हों।

Notes: Source of the image used in the background of the article title: Some of the food we grow and consume. Credits: Marco Verch Professional Photographer. URL: https://www.flickr.com/photos/30478819@N08/48788305713. License: CC-BY.

References:

1. Barman, C. R., Griffiths, A. K., & Okebukola, P. A. O. (1995). High school students' concepts regarding food chains and food web: A multinational study. International Journal of Science Education, 17 (6), 775–782.
2. Carlsson, B. (2002). Ecological understanding 1: Ways of experiencing photosynthesis. International Journal of Science Education, 24 (7), 681–699.
3. Parab, Y. & Natarajan, C. (1998). Ecological Balances, Activity Based Foundation Course on Science, Technology and Society, (Series editor) Chitra Natarajan. Mumbai: HBCSE.
4. Shome, S. & Natarajan, C. (2009). A short course on Energy & Environment for middle school students and a study of students' ideas on the topic. Technical Report. Mumbai: Homi Bhabha Centre for Science Education.
5. Valenti, J. M. & Tavana, G. (2005). Report: Continuing science education for environmental journalists and science writers in situ with the experts. Science Communication, 27 (2), 300-310.

सौरभ सोम अज़ीम प्रेमजी स्कूल, मातली, उत्तराखण्ड से जुड़े हैं। वे होमी भाभा सेंटर फ़ॉर साइंस एजूकेशन, मुम्बई में शोधकर्ता के तौर पर भी काम कर रहे हैं। उनकी रुचियों में शिक्षकों का पेशेवर विकास और प्रोजेक्ट आधारित शिक्षण शामिल है।
उनसे saurav.shome@azimpremjifoundation.org पर सम्पर्क किया जा सकता है।
अनुवाद : अनुराधा जैन **पुनरीक्षण :** सुशील जोशी **कॉपी एडिटर :** अनुज उपाध्याय

पक्षी अवलोकन
अपने प्राकृतिक पर्यावरण के साथ जुड़ना



गौतम राजावेलु और सौन्दरराजन आर

अपने आस-पास के पक्षियों की खोजबीन बच्चों ही नहीं वयस्कों में भी अवलोकन के कौशल को तराशने का अवसर प्रदान करती है। क्या यह उनके समीपी परिवेश के प्रति जिज्ञासा को भी जगा सकती है? क्या इससे व्यापक प्राकृतिक संसार के प्रति बेहतर जागरूकता और संवेदनाएँ विकसित हो सकती हैं? यहाँ हम अपने अनुभव साझा कर रहे हैं।

प्राकृतिक संसार को निहारना हमें रमाए रखता है, हमें सिखाता है, समर्थ करता है और हमें ज्ञान देता है। पक्षियों को देखना, बच्चों व बड़ों दोनों में अवलोकन कौशल के विकास को बढ़ावा देने का एक बहुत ही लुभावना, मज़ेदार व सुन्दर तरीक़ा है। साथ ही, यह भी माना जाता है कि यह गतिविधि प्राकृतिक जगत के प्रति हमारी जागरूकता और संवेदनशीलता को बढ़ाती है — दोनों ही इस बात को ढालते हैं कि लोग पर्यावरणीय चुनौतियों के प्रति कैसी प्रतिक्रिया देंगे (देखें **बॉक्स-1**)। यही

बॉक्स-1 : पर्यावरणीय चुनौतियों के प्रति प्रतिक्रिया

- त्बिल्सी घोषणा पत्र (1987) के अनुसार पर्यावरण शिक्षा का उद्देश्य लोगों को पर्यावरणीय समस्याओं को पहचानने और उनका समाधान करने तथा पर्यावरणीय विमर्श में भागीदारी करने के लिए ज्ञान, रवैयों और कुशलताओं के साथ संवेदनशील बनाना होना चाहिए। (त्बिलिसी घोषणा, युनेस्को-युएनइपी, 1987)।
- हंगरफोर्ड और वोक के पर्यावरणीय व्यवहार मॉडल (1990) के अनुसार पर्यावरणीय संवेदनशीलता (पर्यावरण के प्रति एक सहानुभूतिपूर्ण दृष्टिकोण के बतौर परिभाषित) पर्यावरण के प्रति एक ज़िम्मेदार दृष्टिकोण बनाने के उपक्रम का एक महत्त्वपूर्ण शुरुआती बिन्दु हो सकती है।
- बकली (1990) के अनुसार माना जाता है कि अपने परिवेश को लेकर व्यक्ति की जानकारियाँ और व्यक्ति की पर्यावरणीय संवेदनशीलता मिलकर इस बात को प्रभावित करते हैं कि पर्यावरणीय चुनौतियों के प्रति वे किस प्रकार प्रतिक्रिया देंगे।

बॉक्स-2 : टिकाऊ विकास के लिए प्रमुख क्षमताएँ

प्रारम्भिक चरण में एनसीईआरटी के अधिगम परिणामों (2017) के अनुसार टिकाऊ विकास की सोच की दिशा में काम करने के लिए व्यक्तियों को सक्षम बनाने के लिहाज़ से इन तीन प्रमुख क्षमताओं को विकसित करना ज़रूरी है —

- निकट परिवेश के प्रति जागरूकता
- अपने प्राकृतिक पर्यावरण के प्रति संवेदनशीलता
- कौशल जो हमें टिकाऊ विकास पर सोचने और उसके लिए काम करने क़ाबिल बनाएँ।

नहीं, टिकाऊ विकास में योगदान देने की दृष्टि से बच्चों को क़ाबिल बनाने में भी ये दोनों गुण अहम क्षमताएँ माने जाते हैं (देखें **बॉक्स-2**)। महामारी से पहले, नियमित सामूहिक भ्रमणों के द्वारा हम पुदुचेरी के जलाशयों (झीलों, नदियों, नम भूमियों व समुद्र तटों) और जंगलों में पक्षी-अवलोकन को जाते थे। लेकिन महामारी के चलते जब यह क्रम टूटा तो हमारे मन में दो सवाल आए— क्या बच्चों और बड़ों को उनके अपने ही पड़ोस के परिन्दों की खोजबीन के लिए प्रेरित किया जा सकता है? अब सामूहिक स्तर पर न सही, अकेले ही यह अभ्यास करने के लिए नौसिखियों को लैस करने में भला कौन-कौन से संसाधन व सहायता चाहिए होगी?

आस-पास के पक्षियों पर एक अध्ययन

हमने आस-पड़ोस के पक्षियों पर एक प्रारम्भिक अध्ययन के माध्यम से इन सवालों को टटोला। जागरूकता व संवेदनशीलता के साथ बच्चों का परिचय प्राकृतिक दुनिया से कराने में वयस्कों की भूमिका महत्त्वपूर्ण है। इसी बात को मानते हुए हमने अज़ीम प्रेमजी फ़ाउण्डेशन के स्रोत व्यक्तियों के एक समूह को इस अध्ययन में शामिल होने के लिए आमंत्रित किया। चीज़ों को सरल रखने के लिहाज़ से इस अध्ययन में भागीदारी के तीन क़दम तय किए गए—

- अपने घर या पड़ोस के क़रीब का एक स्थान चुनें।
- पक्षियों को देखने के लिए हफ़्ते में दो दिन कम-से-कम 15 मिनट के लिए इस जगह का मुआयना करने जाएँ। हमारे द्वारा दिए गए 'गूगल' फ़ॉर्म के चित्रों (आपके पड़ोस के पक्षी — डेटा कलेक्शन शीट) का इस्तेमाल कर अपने द्वारा देखे गए पक्षियों को पहचानें और उनके आम अँग्रेज़ी अथवा स्थानीय नाम पता करें। अपने अवलोकनों (जगह, पारिस्थितिकी तंत्र का प्रकार, मौसमी परिस्थितियाँ, पक्षी का नाम, उसका



चित्र-1 : अवलोकन स्थलों का मानचित्र।
Credits: Gowthama Rajavelu & Soundarajan R. License: CC-BY-NC.

तालिका – पुदुचेरी के एक पक्षी-विविधता अध्ययन से प्राप्त आवास-विशिष्ट अवलोकन

चयनित आवास	देखे गए पक्षी (प्रचलित नाम)
इमारत	ब्लू रॉक पिजन आम मैना घरेलू कौवा घरेलू गौरैया बनैला कौवा
खेत	दहियर/ओरिएंटल मैगपाइ रॉबिन आम मैना घरेलू कौवा घरेलू गौरैया शकरखोरा कलसिरी बुलबुल/गुल्दुम तोता
नहर	दहियर/ओरिएंटल मैगपाइ रॉबिन आम मैना घरेलू कौवा घरेलू गौरैया शकरखोरा कलसिरी बुलबुल/गुल्दुम जंगली कौवा ताल वक/ बगुला शकरखोरा एशियाई पाम स्विफ्ट/ कठफोड़वा दर्जिन चिड़ी जल मुर्गी

चयनित आवास	देखे गए पक्षी (प्रचलित नाम)
ख़ाली पड़ा प्लॉट/ भूखण्ड	दहियर/ओरिएंटल मैगपाइ रॉबिन आम मैना घरेलू कौवा घरेलू चिड़िया शकरखोरा कलसिरी बुलबुल तोता जंगली कौवा नीलारुणकटि सूर्यपक्षी एशियाई पाम स्विफ्ट/ कठफोड़वा ब्लू रॉक पिजन/ कबूतर कालीदुम कठफोड़वा किलकिला, किंगफ़िशर छोटा पनकौवा छोटा सफ़ेद बगुला जल मुर्गी दर्जिन चिड़ी चितकबरी कोयल टिटहरी काला ड्रोंगो ताल वक/ बगुला फुत्कीएशियाई कोयल (मादा, नर) चील/ अकासी खलिहान उल्लू ब्राह्मणी चील सात भाई चिड़ी, पैपा सुनहरा ओरियल महोख या डुगडुगी भुजइन लाल तरुपिक पपड़ीली छाती वाली मुनिया चितरोख या चित्रपक्ष पण्डुक तिरंगी मुनिया श्वेतकण्ठ किलकिला

चयनित आवास	देखे गए पक्षी (प्रचलित नाम)
तरभूमि/ दलदल	एशियाई पाम स्विफ्ट/ कठफोड़वा आम मैना तोता ताल वक/ बगुला घरेलू कौवा जल मुर्गी खलिहान अबाबील काला ड्रोंगो चील/ अकासी मक्षिकाभक्षी पतेना काली दुम कठफोड़वा किलकिला, किंगफ़िशर छोटा पनकौवा छोटा सफ़ेद बगुला चितकबरी कोयल टिटिहरी जंगली कौवा
ताल-तलैया	एशियाई पाम स्विफ्ट/ कठफोड़वा ताल वक/ बगुला काला ड्रोंगो सामान्य मैना खैरा बगुला कीच मुर्गी वंजुलक चित्तीदार उल्लू काली दुम कठफोड़वा भारतीय सिल्ही क्रौंच छोटा सफ़ेद बगुला तिरंगी मुनिया टिटहरी

चयनित आवास	देखे गए पक्षी (प्रचलित नाम)
झील	एशी वुडस्वैलो आम मैना घरेलू कौवा मक्षिकाभक्षी पतेना एशियाई पाम स्विफ्ट/ कठफोड़वा ताल वक/ बगुला तोता खैरा बगुला छोटा पनकौवा छोटा सफ़ेद बगुला महोख या डुगडुगी काली दुम कठफोड़वा छोटी सिल्ही बत्तख टिटहरी काला ड्रोंगो चितरोखया चित्रपक्ष पण्डुक श्वेतकण्ठ किलकिला कीचमुर्गी वंजुलक सफ़ेद बगुला

चयनित आवास	देखे गए पक्षी (प्रचलित नाम)
झाड़ियाँ	चितरोख या चित्रपक्ष पण्डुक श्वेतकण्ठ किलकिला एशियाई कोयल बनैला कौवा छोटा सफ़ेद बगुला ब्लू रॉक कबूतर आम मैना सुनहरा ओरियल भुजइन तोता दहियर/ओरिएंटल मैगपाइ रॉबिन चित्तीदार उल्लू काला ड्रोंगो

चयनित आवास	देखे गए पक्षी (प्रचलित नाम)
सड़क किनारे	बवैला कौवा दर्जिन चिड़ी घरेलू कौवा आम मैना घरेलू गौरैया शकरखोरा कलसिरी बुलबुल गोरा खंजन

व्यवहार आदि) को दिए गए फॉर्म में यथासम्भव सटीकता से दर्ज करते हुए हमारे साथ साझा करें।

- कम-से-कम एक महीने तक अपना यह मौक़ा-मुआयना जारी रखें। इस दौरान, उस जगह पर यदि कोई भौतिक बदलाव (पेड़ों की कटाई, झाड़ियों की सफ़ाई आदि) नज़र आए तो उन्हें दर्ज करते रहें। क्या इन बदलावों का कोई प्रभाव आपके द्वारा उस जगह पर देखे जा रहे पक्षियों की क़िस्मों और तादाद पर पड़ेगा? गूगल फॉर्म के ज़रिए अपने विचार भी हमसे साझा करें।

कुल मिलाकर, 11 लोग इस अध्ययन में शामिल हुए। उन्होंने सड़क किनारे के पेड़ों, ख़ाली पड़े भूखण्डों, नहरों, पोखरों, झीलों और समुद्र तटों सहित 15 प्राकृतिक बसेरों से कोई 43 पक्षी प्रजातियों का ब्योरा दिया (**चित्र-1**)। यह अध्ययन दो महीने (नवम्बर-दिसम्बर) चला। यह पक्षी-अध्येताओं के लिए साल का सबसे रोमांचक समय होता है। नतीज़तन, अध्ययनकर्ताओं को आवासी व प्रवासी, दोनों क़िस्म के पक्षी देखने को मिले। इसके चलते, ज़्यादा सक्रिय संलग्नता तो रही, मगर कुछेक सहभागियों ने दो हफ़्तों के समय-बद्ध अवलोकन-कार्यक्रम को अपेक्षित निष्ठा से नहीं निभाया।

अध्ययन पर मन्थन

इस अध्ययन का अभिप्राय पक्षी-विविधता के सौन्दर्य का रसास्वादन करना, शहर में पक्षियों के आवासों का एक नक़्शा खींचना और लोगों का पक्षी-ज्ञान बेहतर बनाना था। इस अध्ययन के चलते अध्ययनकर्ता विभिन्न पक्षी-प्रजातियों को पहचान पाए, उनका अवलोकन-कौशल पैना हुआ और वे दूसरों के साथ अपने इस उत्साह और इन कौशलों की साझेदारी करने को प्रेरित हुए (**बॉक्स-3**)।

यह भी जान पड़ता है कि इससे अध्ययनकर्ताओं को गीतों व फ़िल्मों आदि के ज़रिए लोक-संस्कृति से पक्षियों का नाता जोड़ने में मदद मिली। इसकी झलक हमें उनके फ़ीडबैक में कुछ हद तक मिलती है (**बॉक्स-4**)।

इसके अलावा, पक्षियों को उनके प्राकृतिक बसेरों में देखने के चलते कुछ सदस्य पक्षियों और उनके परिवेश के सम्बन्ध को लेकर गम्भीरता से सोचने लगे। वे इस तरह के सवाल पूछने लगे—कौन-सी चीज़ इन पक्षियों को इन जगहों पर ले आती है? हम पक्षी-आवास के बतौर किसी स्थान की समृद्धि कैसे तय करें? उस आवास से हमें क्या मिलता है? क्या हो अगर इस प्रकार के आवास हमारे परिवेश से ग़ायब हो जाएँ? मसलन, एक प्रतिभागी (श्वेता, एक शैक्षिक स्रोत व्यक्ति) ने अपने द्वारा चयनित जगह पर श्वेतकण्ठ जलकुक्कुटी, घरेलू कौवे और दहियर (मैगपाइ रॉबिन) देखीं। अपने एक बार के निरीक्षण के दौरान उसने पाया कि वहाँ के पेड़-पौधों को साफ़ कर दिया गया था। बस फिर क्या था, उसके मन में ये सवाल उमड़ने-घुमड़ने लगे, "अब उन पक्षियों का क्या होगा जो यहाँ रह रहे थे? वे अब कहाँ जाएँगे?" ऐसे अनुभवों व सरोकारों के चलते पक्षियों की विविधता और व्यवहार, एक पक्षी-आवास के बतौर किसी ख़ास जगह के महत्त्व और जगह की पक्षी-आवास की दृष्टि से क़ाबिलियत को प्रभावित करने वाले कारकों पर बातचीत होने लगी (देखें **तालिका**)।

दूसरी ओर, चूँकि इस अध्ययन का लक्ष्य

पक्षी-अवलोकन था और इसमें भाग लेना स्वैच्छिक था, सो सहभागियों ने हमारे द्वारा सुझाई गई प्रक्रिया का दृढ़ता से पालन करने की बाध्यता महसूस नहीं की। और हमारे लिए यही सबसे महत्त्वपूर्ण चुनौती थी। हालाँकि इस गतिविधि के चलते पक्षियों व उनके आवासों के प्रति जिज्ञासा तो पनपी, लेकिन हमें लगता है कि प्राकृतिक जगत के प्रति अध्ययनकर्ताओं में सीखने को लेकर एक दीर्घकालिक व प्रतिबद्ध लगन का विकास सुनिश्चित करने के लिए एक दायित्व बोध का होना ज़रूरी है।

चलते-चलते

इस पायलट अध्ययन ने प्रतिभागियों को प्राकृतिक जगत से अपने रिश्ते को समझने की दृष्टि से अपने आस-पास एक ऐसी जगह चुनने का अवसर दिया जहाँ वे नियमित रूप से आ-जा सकते थे। पक्षियों को खोजने और फिर उनके हुलिए और व्यवहारों को पहचानने के लिए उन्हें ग़ौर से देखने की प्रक्रिया ने बहुतेरे सहभागियों का अवलोकन कौशल पैना किया और सामान्य पक्षी प्रजातियों को पहचानने की उनकी क्षमता बढ़ाई। सिर्फ़ पक्षियों ही नहीं, उनके प्राकृतिक आवासों के व्यवस्थित विवरणों को साझा करते हुए प्राकृतिक संसार के प्रति हमारे बर्ताव और उस पर पड़ने वाले प्रभाव पर कुछ चिन्तन-मनन भी हुआ। हमारा मानना है कि समग्र रूप से पक्षियों व उनके आवासों के अवलोकन, विवेचन और चर्चा के अधिक अवसरों वाले एक लम्बी अवधि के अध्ययन से इस प्रारम्भिक रुचि व जागरूकता को बढ़ाने में मदद मिल सकती है। और अन्त में, इस अध्ययन के चलते कुछ अध्ययनकर्ताओं को पर्यावरण शिक्षा के अभ्यास में से अपने लिए एक निजी शौक़ मिल गया।

बॉक्स-3 : प्रतिभागी टिप्पणियों की कुछ झलकियाँ

- चयनित सभी आवासों में घरेलू कौवे और आम मैना सबसे ज़्यादा देखे गए पक्षी थे।
- गली-मोहल्लों में घरेलू कौवे और गौरैया सबसे ज़्यादा पाए जाने वाले पक्षी थे।
- टिटहरी केवल उन्हीं प्रतिभागियों द्वारा देखी गई जिन्होंने अपने अध्ययन के लिए झीलों को चुना था।
- एशियाई ताल बतासी पक्षी केवल वेलरामपेट झील के क़रीब ही देखे गए। इसका सम्बन्ध झील के किनारे लगाए गए ताड़ के पेड़ों से हो सकता है।
- पुदुचेरी के शहरी इलाक़े मुरुंगपक्कम में सबसे ज़्यादा देखी गई पक्षी प्रजाति, भारतीय कण्ठमाला तोते ही रहे।
- एक जगह (मुदलियारपेट) पर एक ताल बगुला (एक जल पक्षी), एक नीम के पेड़ पर बैठा हुआ देखा गया जबकि आस-पास कोई भी जलराशि नहीं थी।

बॉक्स-4 : प्रतिभागियों की प्रतिक्रियाएँ/ फ़ीडबैक

"मैं बिल्कुल भी अच्छा प्रेक्षक नहीं हूँ। मैंने सोचा इस अध्ययन में शामिल होने से अपने परिवेश को नियमित रूप से ध्यान से देखने की आदत पड़ जाएगी। इसके बाद, अवलोकन मेरी एक सामान्य प्रवृत्ति बन गई है। अपने इन साथियों की संगत में मैंने आस-पास आमतौर पर देखे जाने वाले पक्षियों के बारे में भी जाना।"

- **पुविआरसन सिवाराजन, शैक्षिक स्रोत व्यक्ति, अज़ीम प्रेमजी फ़ाउण्डेशन**

"पहली बार, जब डेटा संग्रह शीट का प्रारूप देखा, तो मैं भौंचक्का रह गया। क्योंकि उसमें इतने सारे पक्षियों के चित्र और नाम थे। दरअसल, लोकप्रिय तमिल फ़िल्म गीत के चलते मांगुइल पक्षी (इंडियन गोल्डन ओरिओल) का नाम जाना-माना है। मैंने पहली बार उन्हें कण्डमंगलम में एक जोड़ी के रूप में देखा था। मित्रों के साथ बातचीत के दौरान मैं उस समय वहाँ उड़ रहे कुछ पक्षियों के नाम बता पाया और मेरे दोस्त मुझे पक्षी विज्ञान का जानकार समझने लगे।"

- **बेनेडिक्ट हेनरी, 'पीपुल फंक्शन्स', अज़ीम प्रेमजी फ़ाउण्डेशन**

"पॉण्डि आने से पहले, मैं न कभी पक्षियों को निहारता था और न ही कभी उनके नाम जानने का विचार मेरे मन में आया। लेकिन अब, जब भी कोई पक्षी देखता हूँ, उसके प्रति जिज्ञासु हो जाता हूँ, मैं उसका नाम जानने की कोशिश करता हूँ। मुझे लगता है कि मैं अपने परिवार और अपने दोस्तों से पक्षियों के नाम पूछकर या उनके बारे में कोई रोचक जानकारी देकर उन्हें भी पक्षी-प्रेमी बना सकता हूँ। उदाहरण के लिए ड्रोंगो एक बहुत ही चंट पक्षी है जो अन्य पक्षियों, जानवरों और यहाँ तक कि कैमरे के क्लिक की आवाज़ की भी नक़ल कर लेता है। पक्षियों के स्थानीय नामों का पता लगाना और उन नामों के कारणों, फ़िल्मी गानों में पक्षियों के नामों का आना आदि भी पक्षियों के बारे में बातचीत शुरू करने और पक्षी-अवलोकन में रुचि जगाने के तरीक़े हो सकते हैं।"

- **विमल पीथॉमस, शैक्षिक स्रोत व्यक्ति, अज़ीम प्रेमजी फ़ाउण्डेशन**

इस अध्ययन से हुए हमारे अनुभवों के चलते अब हम विद्यार्थियों (ख़ास कर, माध्यमिक स्तर पर) व शिक्षकों को भी इसके दायरे में लाएँगे। हम आशा करते हैं कि इस अध्ययन से न सिर्फ़ उनका अवलोकन कौशल बेहतर होगा बल्कि प्राकृतिक पर्यावरण के प्रति विद्यार्थियों और शिक्षकों की जिज्ञासा, जागरूकता और संवेदनशीलता भी बढ़ेगी। पर्यावरण की समस्याओं से रूबरू होने और टिकाऊ भविष्य के लिए अपना योगदान देने के लिए ज़रूरी प्रवृत्ति, ज्ञान और कौशल विकसित करने की दिशा में ये शुरुआती क़दम हैं।

मुख्य बिन्दु



- पक्षी अध्ययन के चलते प्राकृतिक दुनिया के प्रति, वयस्कों व बच्चों का अवलोकन कौशल पैना होता है, जागरूकता और संवेदनशीलता विकसित होती है।
- पक्षी-अध्ययन की एक ऐसी दिनचर्या, जिसका पालन अभ्यासी स्वयं ही कर सकें,विकसित करने से वे अपने पड़ोस के पक्षियों को पहचान पाएँगे, उनकी आदतों व आवासों को दर्ज कर पाएँगे और पक्षी-विविधता का आनन्द ले पाएँगे।
- समय के साथ, यही अभ्यासी पक्षी-अध्ययन को लेकर अपना उत्साह औरों से तो साझा करेंगे ही, साथ ही, प्राकृतिक दुनिया पर पड़ने वाले हमारे बर्ताव के प्रभाव पर भी कुछ सोचेंगे।
- हमारे प्राकृतिक संसार के प्रति हमारे अवलोकन कौशल, हमारी जागरूकता और संवेदनाएँ पर्यावरणीय समस्याओं से उन्मुख होने तथा टिकाऊ विकास में अपना योगदान देने की दृष्टि से महत्त्वपूर्ण क्षमताएँ हैं।

आभार : हमारे इन स्वैच्छिक प्रतिभागियों के समर्थन के बिना यह अध्ययन सम्भव नहीं होता — *पुविआरसन, श्वेता, विमल, पुगालेन्ती, आदिगणेशन, नरेन्द्रन, बेनेडिक्ट हेनरी, दिव्या* और *नवीन*। इन्हीं लोगों ने इस गतिविधि को जीवन्त बनाया। सुन्दर चित्र बनाने के लिए हम *पुगालेन्ती* के प्रति कृतज्ञ हैं।

Note:

1. The 'Birds in your Neighbourhood – Data collection sheet' can be accessed here: https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeWBVd1O2LMO8xzrmthZKzCmNcfS4ElVykVcApFCcTZKSgVXw/viewform.
2. Source of the image used in the background of the article title: Bird watching. Credits: Skitterphoto, Pixabay. URL: https://pixabay.com/photos/bird-watching-binoculars-mountain-3635268/. License: CC0.

References:

1. Bulkeley, H. (2000). Common knowledge? Public understanding of climate change in Newcastle, Australia. Public Understanding of Science, 9, 313–333. URL: https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/096366250000900301.
2. Hungerford, H.R. & Volk, T.L. (1990). Changing learner behaviour through environmental education. The Journal of Environmental Education, 21(3), 8–21. URL: http://www.elkhornsloughctp.org/uploads/files/1374624954Changing%20learner%20behavior%20-%20H%20and%20V.pdf.
3. Learning Outcomes at the Elementary Stages, 2017, NCERT, New Delhi. URL: https://ncert.nic.in/pdf/publication/otherpublications/tilops101.pdf.
4. UNESCO-UNEP (1987). The Tbilisi Declaration: Final report intergovernmental conference on environmental education. Organized by UNESCO in cooperation with UNEP, Tbilisi, USSR, 14–26 October 1977, Paris, France. URL: https://www.gdrc.org/uem/ee/EE-Tbilisi_1977.pdf.



गौतम राजावेलु, एक शिक्षाविद हैं जो विवेकपूर्वक नियोजित अभियानों के द्वारा बच्चों व युवाओं में एक जीवन्त पर्यावरणीय चेतना जगाने में विश्वास रखते हैं। फ़िलहाल वे, अज़ीम प्रेमजी फ़ाउण्डेशन, पुदुचेरी में एक स्रोत व्यक्ति के बतौर कार्यरत हैं।



सौन्दरराजन आर, एक प्रकृति-स्नेही टिकाऊ भविष्य बनाना चाहते हैं और उनका यक़ीन है कि शिक्षा इसे साकार कर सकती है। वे मानव बस्तियों और यात्राओं में प्रकृति को टटोलना पसन्द करते हैं। वर्तमान में वे, अज़ीम प्रेमजी फ़ाउण्डेशन, पुदुचेरी में एक स्रोत व्यक्ति के बतौर कार्यरत हैं।

अनुवाद : मनोहर नोतानी **पुनरीक्षण :** सुशील जोशी **कॉपी एडिटर :** अनुज उपाध्याय



फ़ोल्डस्कोप के साथ अपने परिवेश को जानिए

रफीख रशीद शेख

मिडिल स्कूल में हम बच्चों को परिचित करवाते हैं सूक्ष्मदर्शी दुनिया से — जीवों से, कोशिकाओं और उन सूक्ष्म रचनाओं से जो इतने छोटे पैमाने पर मौजूद होती हैं कि उन्हें ख़ाली आँखों से देखना मुमकिन नहीं होता। इस परिचय में सूक्ष्मदर्शी/ माइक्रोस्कोप बड़ी महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। माइक्रोस्कोप के ज़रिए ही बच्चे ख़ुद इस दुनिया को देखना शुरू करते हैं।

हो सकता है कई स्कूलों में सिर्फ़ एक या कुछ ही माइक्रोस्कोप हों, जो भारी और महँगे होते हैं। इसलिए इस सूक्ष्म दुनिया के बारे में बच्चों की पड़ताल का ज़्यादातर हिस्सा कक्षा-अनुभवों तक ही सीमित रह जाता है, वह भी किसी शिक्षक के निर्देशन या मदद के साथ। इसके विपरीत एक स्थिति की कल्पना कीजिए जहाँ एक छोटा, इस्तेमाल में आसान और किफ़ायती माइक्रोस्कोप हो जिसे बच्चे अपने साथ ले जा सकें। तो वे किन चीज़ों का अवलोकन करेंगे? वे क्या सवाल पूछेंगे? वे क्या सीखेंगे?

फ़ोल्डस्कोप

फ़ोल्डस्कोप वाक़ई एक आसान, किफ़ायती लेकिन शक्तिशाली माइक्रोस्कोप है। इसे मनु प्रकाश (प्राध्यापक स्टेनफोर्ड यूनिवर्सिटी, संयुक्त राज्य अमरीका) और जिम साइबुल्स्की (उस समय मनु प्रकाश के शोध विद्यार्थी) द्वारा डिज़ाइन किया गया था।

पारम्परिक माइक्रोस्कोप से विपरीत फ़ोल्डस्कोप में निम्न विशेषताएँ हैं :

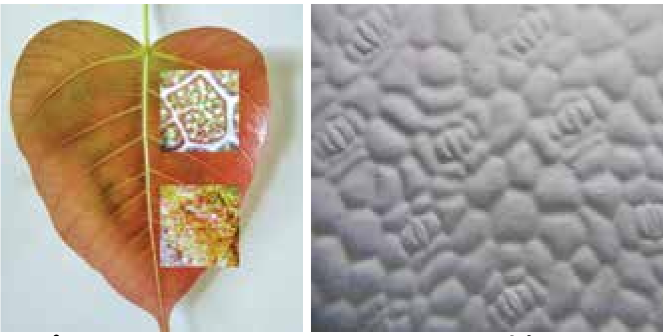
- यह काग़ज़, चुम्बकों और काँच से बना है। इस वजह से यह इतना छोटा है कि किसी जेब में समा जाए और मज़बूत इतना कि स्कूल-कॉलेज के विद्यार्थी इसका इस्तेमाल आसानी से कर सकते हैं। इतना सुविधाजनक है कि आप बिजली या किसी अन्य संसाधन के बिना भी इस पर काम कर सकते हैं। यही ख़ासियतें इसे चलते-फिरते शीघ्रता से अवलोकन करने के लिए आदर्श बनाती हैं।
- यह सस्ता है, क़ीमत लगभग 350 रुपये है।
- इसका आवर्धन 140 गुना है (जिसका अर्थ है कि जिस आकार की इमेज हम देखते हैं वह वास्तविक वस्तु के आकार से 140 गुना बड़ी होती है।) और इसकी विभेदन क्षमता 2 माइक्रॉन है। (जिसका अर्थ है कि हम इसकी मदद से 0.002 mm (मिलीमीटर) जितनी छोटी रचनाओं को भी अलग-अलग देख सकते हैं।)
- आवर्धित वस्तुओं के फ़ोटो और वीडियो लेने के लिए इसे स्मार्टफ़ोन के साथ जोड़ा जा सकता है और आवर्धित (मैग्निफाइड) वस्तुओं के फ़ोटो को मात्र उजली रोशनी की मदद से किसी सतह पर प्रोजेक्ट करने के लिए उपयोग किया जा सकता है।

अपनी इन्हीं विशेषताओं की वजह से फ़ोल्डस्कोप उन गतिविधियों के लिए एकदम उपयुक्त है जिनका उद्देश्य बच्चों को अपने आस-पास के परिवेश को जानने के लिए प्रेरित करना है। उदाहरण के लिए, बच्चे इसका उपयोग समय के साथ एक पत्ते के रंग और रूप में बदलाव देखने के लिए कर सकते हैं या पत्तों के रन्ध्रों के खुलने और बन्द होने पर नज़र रख सकते हैं और वह भी पेड़ से पत्ती को तोड़े बिना। इसकी मदद से आड़ी काट (अनुप्रस्थ काट) का अवलोकन करने के लिए सैम्पल तैयार करना भी बहुत शीघ्रता और आसानी से हो जाता है। उदाहरण के लिए, किसी पत्ती के पिछले हिस्से पर नेल पेंट की एक पतली परत लगाई जा सकती है। परत के सूख जाने के बाद उसे निकालकर फ़ोल्डस्कोप के जरिए देखा जा सकता है। इसी तरह, एक पारदर्शी टेप के एक चिपकू टुकड़े का इस्तेमाल किसी फूल के परागकोश को छूने के लिए किया जा सकता है। फिर इस टुकड़े को एक पेपर स्लाइड पर रखकर फ़ोल्डस्कोप की मदद से देखा जा सकता है (**चित्र-1** देखें)। इनमें से कोई भी तैयारी चन्द मिनटों में हो जाती है।

सीखने-सिखाने में उपयोग

कई विद्यार्थी और शिक्षक फ़ोल्डस्कोप का उपयोग प्राकृतिक संसार

चित्र-1 : फ़ोल्डस्कोप से अवलोकन

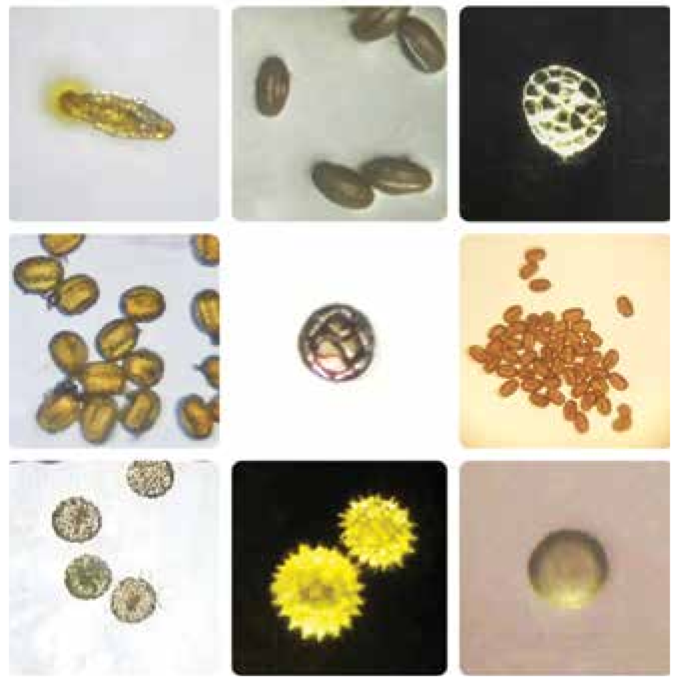


(क) पीपल (फ़ाइकस रिलिजियोसा) की एक पत्ती, कुछ हिस्से आवर्धित।

(ख) एक मनीप्लांट (एपिप्रेमनम ऑरियम) के रन्ध्र।

का अवलोकन करने और अपने इन अवलोकनों का दस्तावेज़ीकरण तस्वीरों के रूप में करने के लिए करते हैं। फ़ोल्डस्कोप की ऑनलाइन कम्युनिटी साइट पर इन तस्वीरों को अन्य कई लोगों के साथ साझा करके चर्चा की जा सकती है। वे ऐसे प्रयोगों के लिए भी डाटा उपलब्ध करवा सकते हैं जिन्हें कई तरह के सवालों के जवाब पाने के लिए डिज़ाइन किया गया है। एक उदाहरण में, जब हाई स्कूल का एक विद्यार्थी समीर (अन्दरूनी महाराष्ट्र के एक ज़िले परभणी से) अपने आस-पास के फूलों में पराग के अवलोकन का दस्तावेज़ीकरण कर रहा था, उसने एक अमरूद के पेड़ की पत्तियों पर कुछ पाउडरनुमा सफ़ेद धब्बे देखे। ये धब्बे फ़ोल्डस्कोप में पराग की तरह दिख रहे थे। लेकिन अपने पिछले अवलोकनों के आधार पर समीर यह जानता था कि ये अमरूद के पराग से अलग हैं। उसके मन में यह जानने की उत्सुकता पैदा हुई — अगर ये किसी अन्य पेड़ के पराग कण हैं तो वे अमरूद की पत्तियों तक कैसे पहुँचे? जब उसने अपने अवलोकन को फ़ोल्डस्कोप कम्यूनिटी साइट पर पोस्ट किया तब कुछ सदस्यों ने सलाह दी कि समीर को पत्तियों की एक कटान में संक्रमण की जाँच करना चाहिए। कुछ अन्य सदस्यों ने फ़ोल्डस्कोप के माध्यम से उसी तरह के धब्बों वाली पत्तियों की कटानों का अवलोकन किया।

उन्हें धागे के समान कुछ रचनाएँ मिलीं जो पत्ती की गहरी परतों से निकलती प्रतीत होती थीं। पराग जैसी दिखने वाली जिन रचनाओं को समीर ने देखा था वे इन धागों के बाहरी सिरों पर थीं। समीर और अन्य फ़ोल्डस्कोप उपयोगकर्ताओं के बीच हुई चर्चा से यह नतीजा निकला कि सफ़ेद धब्बे दरअसल एक पाउडरनुमा फफूँदी हैं। एक अन्य उदाहरण में, तमिलनाडु के एक शिक्षक एमओ पण्डियाराजन और उनके विद्यार्थी जंगलों, तालाबों, नदियों आदि को जानने के लिए नियमित रूप से फ़ोल्डस्कोप का उपयोग करते हैं। पण्डियाराजन सड़कों, बाज़ारों, बस स्टॉप आदि पर प्रदर्शनियाँ लगाकर दैनिक जीवन से जुड़ी वस्तुओं के माइक्रोस्कोपिक फ़ोटो प्रदर्शित किया करते हैं, जिससे लोग आएँ और प्रकृति की सुन्दरता को सूक्ष्मदर्शी के स्तर पर देख सकें। एक अन्य उदाहरण में, पूरे भारत से कई विद्यार्थी और शिक्षक फ़ोल्डस्कोप कम्युनिटी साइट पर अपने इलाक़ों के मूलनिवासी पौधों के पराग कणों के फ़ोटो साझा करके परागकणों पर तैयार हो रहे एक डाटाबेस में अपना योगदान



चित्र-2 : विभिन्न पौधों के परागकणों की फ़ोल्डस्कोप तस्वीर

कर रहे हैं (**चित्र-2** देखें)। विकिपीडिया पर परागकणों के कई फ़ोटो फ़ोल्डस्कोप उपयोगकर्ताओं द्वारा भी अपलोड किये गए हैं।

चलते-चलते

बच्चों के साथ काम करने के मेरे अनुभव ने मुझे सिखाया कि उनके दिमाग़ में अपने आस-पास की दुनिया और वृहद ब्रह्माण्ड को लेकर ढेरों सवाल हैं। कल्पना करें एक ऐसी दुनिया की, जहाँ बच्चे न सिर्फ़ स्कूल में बल्कि कहीं भी, किसी भी समय अपने आस-पास की दुनिया को माइक्रोस्कोपिक नज़रिए से देख सकें। फ़ोल्डस्कोप जैसे मज़बूत, किफ़ायती और कहीं भी ले जाने में आसान उपकरणों तक पहुँच बच्चों को न सिर्फ़ सीखने में मदद करेगी बल्कि उन्हें ज्ञान का निर्माता बनाने में भी सहायक होगी।

रफ़ीख रशीद शेख को यह समझने का बहुत शौक़ है कि बच्चे सीखते कैसे हैं। वे टाटा इंस्टिट्यूट ऑफ़ सोशल साइंसेस (TISS), मुम्बई में वरिष्ठ शोध समन्वयक हैं और होमी भाभा सेंटर फ़ॉर साइंस एजुकेशन (HBCSE) मुम्बई, भारत में डॉक्टरेट के विद्यार्थी हैं। वह विज्ञान को लोकप्रिय बनाने के अपने कार्य के लिए फ़ोल्डस्कोप फेलोशिप के प्राप्तकर्ता भी हैं। उनसे rafikh.sk@gmail.com पर सम्पर्क किया जा सकता है।

अनुवाद : निधि जोशी **पुनरीक्षण :** सुशील जोशी **कॉपी एडिटर :** अनुज उपाध्याय

हमारे लिए लिखिए...

अगर आप किसी स्कूल में विज्ञान शिक्षक/शिक्षिका, अध्यापक-शिक्षक या शोधकर्ता हैं और आपकी रुचि स्कूली स्तर का विज्ञान पढ़ाने-पढ़ने में है, तो हम आपको सुनना चाहते हैं।

हम उन लेखों का स्वागत करते हैं जो :

- विज्ञान और विज्ञान शिक्षा को एक आलोचनात्मक नज़रिए से देखते हैं,
- स्कूली विज्ञान पाठ्यक्रम के अन्तर्निहित सिद्धान्तों व मूलभूत अवधारणाओं की गहराई से पड़ताल करते हैं,
- विद्यार्थियों की आम धारणाओं को पहचानने, चुनौती देने या उनके निर्माण के तरीक़ों को सामने लाते हैं,
- ऐसी पाठ योजनाओं, गतिविधियों, उचित प्रयोगों, फ़ील्ड गाइड और विज्ञान की कहानियों को सामने रखते हैं जो युवा पाठकों की उत्सुकता और कल्पनाशीलता को बढ़ावा देते हों।
- ऐसी मिसालें हों - जो अर्थपूर्ण और खोजी तरीक़े से विज्ञान सीखने को प्रेरित करती हों।

विशेष रुचि के विषय :

हमारे लक्षित पाठकों को ध्यान में रखते हुए, हमारी रुचि विशेष तौर से ऐसी लिखित सामग्रियों में है जो स्कूली विज्ञान पाठ्यक्रम के निम्न विषयों पर आधारित हो, इनसे सम्बन्धित हो या इनसे बनी हो :

- **भौतिकविज्ञान :** गति; द्रव्यमान और भार; घनत्व; बल और दाब; संवेग; ऊर्जा; कार्य; शक्ति; प्रकाश; ध्वनि; ऊष्मा; विद्युत और परिपथ; गुरुत्वाकर्षण; तारे और सौर मण्डल; और चुम्बकत्व।
- **रसायनशास्त्र :** परमाणु संरचना; आवर्त सारणी; पदार्थ की कण प्रकृति; संरचना और बन्ध; रासायनिक प्रतिक्रिया; अम्ल, क्षार और लवण; हवा और पानी; पदार्थ - धातु और अधातु; और ईंधन।
- **जीवविज्ञान :** सजीव और निर्जीव; कोशिका संरचना और संगठन; जैविक अणु; कोशिकाओं के अन्दर और बाहर संचरण; पादप पोषण और संचरण; मानव पोषण और जानवरों में संचरण; रोग और प्रतिरक्षा; श्वसन; उत्सर्जन; समन्वय और प्रतिक्रिया; आनुवंशिकता; विविधता और चयन; जीव और उनका पर्यावरण; और मनुष्यों का पारिस्थितिक तंत्र पर प्रभाव।

लम्बे लेखों के लिए विषयवस्तु (1500 शब्द)

- **विज्ञान की प्रयोगशाला :** किसी अवधारणा को सिखाने के लिए आज़माए और जाँचे-परखे हुए विचार या प्रायोगिक प्रयोग।
- **इतिहास कथा :** किसी महत्त्वपूर्ण दृष्टिकोण, खोज, अवधारणा या आविष्कार का इतिहास।
- **कुछ अन्दर की/कुछ बाहर की :** किसी जीवित प्रणाली के अन्दर के किसी एक घटक (जैसे पेट) या भौतिक दुनिया के चरम के किसी एक घटक (जैसे ब्लैक होल) का 'जीवन इतिहास', जो प्रथम-व्यक्ति में लिखा गया।
- **जीवनी एक वैज्ञानिक की :** विज्ञान में उनके योगदान को ध्यान में रखते हुए उनका जीवन और काल।
- **शिक्षण :** मानो कि धरती मायने रखती है : टिकाऊपन, पृथ्वी विज्ञान, जलवायु विज्ञान, और प्रणाली के प्रति दृष्टिकोण और सीखने-सिखाने के तरीक़े।
- **विज्ञान शिक्षक काम पर** : प्रथम-व्यक्ति में लिखे हुए विज्ञान पढ़ाने के तरीक़े और दृष्टिकोण।
- **महत्त्वपूर्ण सवाल** : हम विद्यार्थियों को विज्ञान के उन शक्तिशाली या दिमाग़ खोलने वाले विचारों से कैसे परिचित कराएँ जो हमारे कई भ्रामक अनुभवों और असम्बन्धित लगने वाले तथ्यों को बेहतर ढंग से समझने में मदद करते हों?
- **मैं हूँ एक वैज्ञानिक** : वैज्ञानिक होने का क्या मतलब है, वैज्ञानिक बनने की प्रेरणा आपको कहाँ से मिली, आपको किस तरह के सवाल उत्सुक करते हैं, और ऐसा क्या है जो आपको लगता है कि काश मैंने यह स्कूल में सीखा होता?
- **जो सुर्खियों में है :** हाल की सुर्खियाँ विद्यार्थियों और शिक्षकों के लिए समान रूप से रुचिकर क्यों हैं?
- **पुस्तक समीक्षा :** जो किताब आपने पढ़ी है, वह क्यों और कैसे स्कूली विज्ञान सीखने-सिखाने में योगदान देती है।

छोटे लेखों के लिए विषयवस्तु (200-600 शब्द) :

- **मिथक या तथ्य :** आमतौर पर माने जाने वाली ग़लत धारणाएँ बनाम सम्बन्धित उद्देश्य और सत्यापित करने योग्य अवलोकन।
- **10 बातें जो आप नहीं जानते :** किसी अवधारणा, विषय या विषयवस्तु के बारे में ऐसी दस दिलचस्प बातें जिसके बारे में आमतौर पर आपने कहीं सुना-पढ़ा नहीं था।
- **कैसे पता :** हमें कैसे पता है कि कोई तारा पृथ्वी से कितनी दूर है? या, हमारे शरीर में कितने सूक्ष्मजीव रहते हैं? अपने जवाब हमारे साथ साझा करें।
- **विविध (स्निपेट्स) :** क्या आप विज्ञान या वैज्ञानिकों के किसी एक मज़ेदार, आकर्षक, रहस्यमय या प्रेरक पहलू के बारे में जानते हैं?
- **पोस्टर :** किसी भी विषय या विषयवस्तु पर पोस्टर जिसे शिक्षक कक्षा में एक संसाधन के रूप में उपयोग कर सकते हैं।

अपने विचार हमारे साथ साझा करें :

1. **100 से कम शब्दों में एक ऐसी संक्षिप्त रूपरेखा लिखें जो बताए कि :**
   - आप किस बारे में लिखना चाहते हैं,
   - मुख्य सवाल जिन्हें आप सम्बोधित करना चाहते हैं,
   - आपको क्यों लगता है कि यह स्कूली विज्ञान शिक्षक के लिए रुचिकर होगा।
2. **50 से कम शब्दों में अपना एक संक्षिप्त परिचय दें, जिसमें आपके बारे में ये बिन्दु हों :**
   - विज्ञान और/या विज्ञान शिक्षा में पृष्ठभूमि,
   - स्कूली विज्ञान में रुचि का विषय या क्षेत्र

अपने विचार की रूपरेखा और अपना परिचय अँग्रेज़ी, हिन्दी या कन्नड़ भाषा में से किसी एक में इस पते पर कभी भी भेज सकते हैं : *iwonder@apu.edu.in*

हमारे साथ जुड़ें

पढ़ें

हम **अँग्रेज़ी** भाषा में **साल में दो अंक** प्रकाशित करते हैं। एक निश्चित अन्तराल के बाद इन अंकों के **हिन्दी** और **कन्नड़ अनुवाद** भी प्रकाशित होते हैं। हर अंक का एक हिस्सा एक विषय (थीम) आधारित होता है। और कई हिस्से थीम-मुक्त होते हैं।

हमारे ताज़ा अंक की थीम में शामिल हैं : पूछें एक सवाल, शिक्षण : मानो कि धरती मायने रखती है और महामारी ।

थीम-मुक्त हिस्से में शामिल हैं : विज्ञान की प्रयोगशाला, इतिहास कथा, विज्ञान शिक्षक के कार्य, विज्ञान की प्रकृति/विज्ञान क्यों महत्त्वपूर्ण है?, हमारे पड़ोस में जीव-जन्तु, मैं हूँ एक वैज्ञानिक, पुस्तक समीक्षा, जीवनी, शोध, दस बातें जो आप नहीं जानते और शिक्षण : मानो कि धरती मायने रखती है। प्रत्येक अंक में छोटे लेख/समाचार भी हैं जैसे छोटे स्निपेट, पोस्टर, गतिविधि और स्कूल-स्तरीय फ़ील्ड गाइड।

पूछें और चर्चा करें

हम हर महीने के दूसरे बुधवार को लाइव, ऑनलाइन चर्चा के लिए लेखकों और पाठकों को आमंत्रित करते हैं।

पिछले वर्ष जिन विषयों पर चर्चा की गई थी, उनमें कुछ हैं :

- पोटोमीटर के साथ कुछ अनुभव : किशोर पंवार और शिव पाण्डेय
- अदृश्य को देखना : एक ब्लैक होल की छवि बनाना : राजाराम नित्यानन्द और मूर्ति ओवीएसएन
- मानसिक स्वास्थ्य और महामारी : अवंतिका भाटिया और विजेता रघुराम
- विद्यार्थी, शिक्षक के रूप में : सौरभ सोम और शिव पाण्डेय
- सूक्ष्मजीव संसार का अवलोकन : मीना खरतमल और राधा गोपालन

हम यहाँ मिलेंगे :

पत्रिका के ताज़ा अंक और ऑनलाइन चर्चाओं के बारे में सूचनाएँ प्राप्त करने के लिए, यहाँ रजिस्टर करें : https://bit.do/IWRegister या हमारे फ़ेसबुक पेज पर हमें फ़ॉलो करें : https://bit.ly/ZUcvmaE

हमारी ऑनलाइन चर्चाओं की रिकॉर्डिंग देखने के लिए, हमारी प्लेलिस्ट यहाँ देखें : https://www.youtube.com/playlist?list=PLVI4qkjTdM70DMzfEuffUoRgIycXZ589u

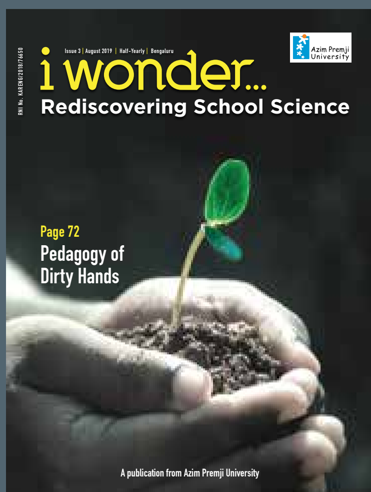
हमारी मेलिंग सूची की सदस्यता लेने और हर अंक की मुफ़्त हार्ड कॉपी प्राप्त करने के लिए, अपना डाक पता हमें मेल करें : iwonder@apu.edu.in (ध्यान दें : हार्ड कॉपी सिर्फ़ भारत में ही डाक द्वारा भेजी जाएगी।)

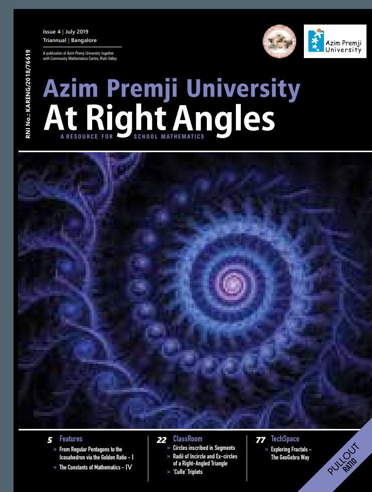
मुद्रक तथा प्रकाशक मनोज पी द्वारा अज़ीम प्रेमजी फ़ाउण्डेशन फ़ॉर डेवलपमेंट के लिए
आदर्श प्रा. लि., 4 शिखरवार्ता, प्रेस कॉम्प्लेक्स, ज़ोन-1, एम. पी. नगर, भोपाल पिन 462011 से मुद्रित एवं अज़ीम प्रेमजी विश्वविद्यालय, सर्वे नम्बर 66, बुरुगुंटे विलेज, बिक्कनाहल्ली मेन रोड, सरजापुरा, बेंगलूरु, कर्नाटक – 562 125 से प्रकाशित।
सम्पादक : रामगोपाल वल्लत, चित्रा रवि और राधा गोपालन

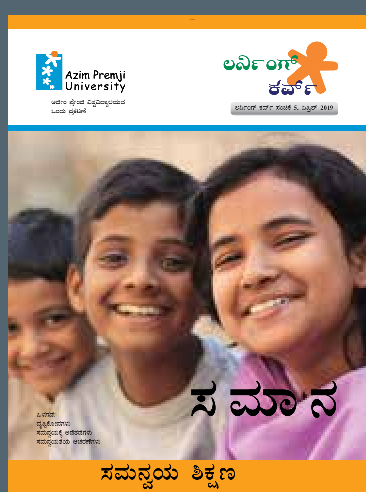


Azim Premji University

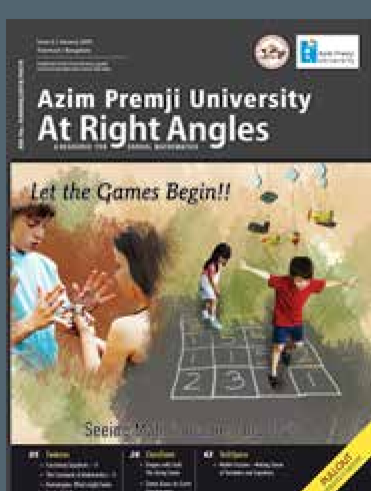
Other Magazines of Azim Premji University

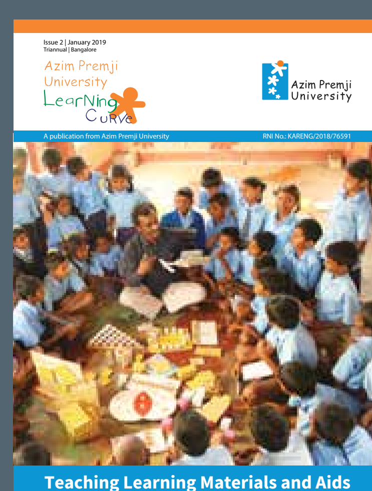












"प्रथम विश्व युद्ध में यूरोपीय युद्ध क्षेत्रों में क्लोरीन को एक घातक ज़हरीली गैस के रूप में इस्तेमाल किया गया था। सोडियम एक संक्षारक धातु है जो पानी के सम्पर्क में आने पर जल उठती है। दोनों मिलकर एक शान्त और ग़ैर-विषैला पदार्थ, टेबल सॉल्ट यानी नमक बनाते हैं। इन पदार्थों में से प्रत्येक के क्या गुण और क्यों होते हैं, यही रसायनविज्ञान नामक विषय है।"

- कार्ल सैगन



' हमारी रसायन दुनिया' को जानने-समझने के लिए आई वंडर... का अगला अंक देखें।

Azim Premji University
Survey No 66, Burugunte Village, Bikkanahalli
Main Road, Sarjapura, Bangalore 562125.
080 66144900
www.azimpremjiuniversity.edu.in
Facebook: /azimpremjiuniversity **Instagram:** @azimpremjiuniv **Twitter:** @azimpremjiuniv

220252

Nature Classrooms
BENGALURU SUSTAINABILITY FORUM

जायंट मिल्कवीड या आक का पौधा

जायंट मिल्कवीड का पौधा सड़कों के किनारों, मैदानों और झाड़-झंखाड़ वाली भूमि में उगता है। इसका अँग्रेज़ी नाम इसके पत्तों और तनों में पाए जाने वाले दूधिया रस के कारण पड़ा है। आक के पौधों पर कई कीट, छोटे जन्तु और पक्षी आते हैं।





इस पौधे के कई नाम हैं। अँग्रेज़ी में इसे जायंट मिल्कवीड, कन्नड़ में यक्का गिडा और हिन्दी में आक कहते हैं। आप जहाँ रहते हैं, वहाँ इस पौधे का क्या नाम है?

पौधे के दूधिया रस का अधिक मात्रा में सेवन आपके और अन्य जानवरों के लिए हानिकारक हो सकता है। यह एक तरीक़ा है जिससे पौधा ऐसे कीटों एवं जन्तुओं से अपनी सुरक्षा कर पाता है जो इसके पत्ते खाना चाहते हैं। पत्तों का रस आँखों और त्वचा में भी जलन पैदा कर सकता है। पौधे के पत्तों और छाल को छूने के बाद हमेशा अपने हाथों को अच्छी तरह से साबुन और पानी से धोएँ।

क्या आप और तरीक़े सोच सकते हैं जिनसे पौधे मनुष्यों और जन्तुओं से अपनी सुरक्षा करते हैं?





पत्ते

पत्ते नरम, अण्डाकार और हल्के हरे रंग के होते हैं। आपको इस पर धारीदार इल्ली पत्तियों को चबाते हुए दिख सकती है। यह प्लेन टायगर तितली की इल्ली होती है। आक इन तितलियों के लिए 'परपोषी पादप' है। इसका अर्थ है कि तितलियाँ इसके पत्तों पर अण्डे देती हैं।

तितली का ध्यान से अवलोकन करें, आपको कौन-से रंग नज़र आए? आपके ख़्याल से इसके नाम में टायगर शब्द क्यों है?

फूल

आक के फूल हल्के बैंगनी रंग के होते हैं। कई लोग सोचते हैं कि फूल मुकुट की तरह दिखते हैं — इसलिए आक के पौधे को मुकुट फूल या क्राउन फ्लावर कहा जाता है।

बड़ी-सी काली-नीली बढ़ई मधुमक्खी (कारपेंटर बी), तितलियाँ, गुबरैले, फल मक्खी या फ्रूट फ्लाय और ततैया, ऐसे कुछ कीट हैं जो इसके फूल पर आते हैं।









फल और बीज

आक के पौधे के फल या फली में आपको छोटे, चपटे बीज मिल सकते हैं। प्रत्येक बीज की बाल-जैसे रेशों की एक सफ़ेद पूँछ होती है। कुछ पक्षी इन सफ़ेद, रोएँदार बालों का उपयोग अपने घोंसले को चूज़ों के लिए नरम और आरामदायक बनाने के लिए करते हैं। जब फली खुलती है, ये छोटे बीज हवा के साथ उड़ जाते हैं और जहाँ हवा ले जाती हैं वहाँ उग जाते हैं।

अगर आपको आक का बीज मिलता है, उसे अपनी हथेली पर रख, हल्के से फूँक मारें। क्या वह हवा में तैरता है?





तना और छाल

पौधे के मज़बूत रस-भरे तने पौधे के तले के क़रीब से फैल जाते हैं। टूटे हुए तने या पत्ती को ध्यान से देखिए — क्या उसमें से दूधिया रस रिसते हुए देख सकते हैं?

आपको शायद चमकीले नीले आक के गुबरैले या फिर एक रंग-बिरंगा झींगुर तनों के बीच छिपा हुआ दिख जाए। यह रंग-बिरंगा झींगुर पौधे के रस-भरे पत्तों को खा लेता है जिससे वह उन जन्तुओं के लिए हानिकारक हो जाता है जो उसे खाना चाहते हैं। झींगुर के चमकीले रंग अन्य जन्तुओं को चेतावनी देते हैं कि उसे खाना ख़तरे से ख़ाली नहीं है।

आपको पत्तों और तनों पर बारीक सफ़ेद या पीले माहू (एफिड्स) भी दिख सकते हैं। इनके पास, आपको चींटियाँ ज़रूर दिखेंगी। माहू और चींटियों की दोस्ती दिलचस्प है —माहू पौधे का रस चूसते हैं और मीठे स्वाद के अवशिष्ट पदार्थ छोड़ते हैं जिसे 'हनीड्यू' कहते हैं। चींटियाँ इस रस को पीना पसन्द करती हैं। शुक्रिया अदा करने के लिए चींटियाँ, माहुओं की उन कीटों से रक्षा करती हैं जो उन्हें खाना पसन्द करते हैं।

आपके आस-पास, आक के पौधे का अवलोकन करें। आपको उन पर, बड़े-छोटे कई जीव दिखेंगे।

उन अतिथियों/प्रवासी जीवों की सूची या चित्र बनाएँ।

अनुवाद : अनु गुप्ता **पुनरीक्षण :** सुशील जोशी **कॉपी एडिटर :** अनुज उपाध्याय

Illustration & Design: Labonie Roy

11 लक्षण
छद्म विज्ञान के

लेखक : मेलेनी ट्रैचेक-किंग

आई वंडर... रीडिस्कवरिंग स्कूल साइंस | सितम्बर, 2022





1. यह अखण्डनीय है (Unfalsifiable)

इसे कभी ग़लत साबित नहीं किया जा सकता। यह भ्रामक या अप्रेक्षणीय दावे करता है।

क: एक वायरल संक्रमण है जिससे हमको सावधान रहना चाहिए।

ख: मुझे कोई चिन्ता नहीं। मेरा तावीज़ प्रतिरक्षा को मज़बूत करता है और सभी संक्रमणों से लड़ता है।

क: यह तो एक स्थूल दावा है। तुम पूरे विश्वास से कैसे कह सकते हो कि यह तावीज़ इस संक्रमण से भी तुम्हारी रक्षा करेगा?

ख: मेरे पास इसका सबूत है। मैंने देखा है कि जब तक मैं इस तावीज़ को पहने रहता हूँ तब तक मुझे संक्रमण नहीं होता है।

क: लेकिन.... तुम तो पिछले हफ़्ते ही खाँस और छींक रहे थे।

ख: वह तो मुझे मौसम में बदलाव के कारण एलर्जी हो गई थी।

क: अच्छा! तो मौसम में किस तरह के बदलाव से तुम को एलर्जी होती है।

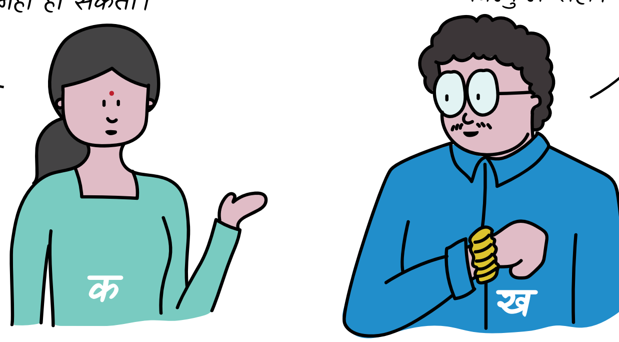
ख: अचानक बारिश से।

क: लेकिन बारिश तो सिर्फ़ एक ही दिन हुई थी। तुम तो उससे पहले के दो गर्म और सूखे दिनों में भी खाँस और छींक रहे थे। मुझे याद है कि हम सब लोग गर्मी से परेशान थे और तुम्हारे अस्वस्थ होने के कारण पंखा चालू करना नहीं चाहते थे।

ख: मेरा शरीर यह समझ गया था कि बारिश होने वाली है जिससे मेरी एलर्जी शुरू हो गई।

क: ऐसा लगता है कि कुछ भी हो जाए तुम्हें तावीज़ की शक्ति पर सन्देह नहीं हो सकता।

ख: बिल्कुल सही। मुझे इस पर पूरा भरोसा है।



2. निश्चितता का दावा करता है

"सबूत" की बात करता है और विचारों को पूरे विश्वास के साथ प्रस्तुत करता है।



ज़रा सोचिए।

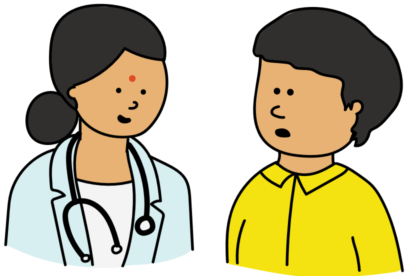
मान लीजिए कि **क** आपके पास यह जादुई तावीज़ लेकर आता है (**ख** के स्वास्थ्य के लिए अत्यधिक जोखिम के साथ):

प्रश्न : आप कैसे जाँच करेंगे कि यह तावीज़ प्रतिरक्षा को बढ़ाता है? आप किस प्रकार के सबूत खोजने के प्रयास करेंगे?

प्रश्न : आप कैसे जाँच करेंगे कि यह तावीज़ विश्व के प्रत्येक संक्रमण से बचाता है?
आप तावीज़ के इस गुण से पूरी तरह कैसे निश्चिंत होंगे?

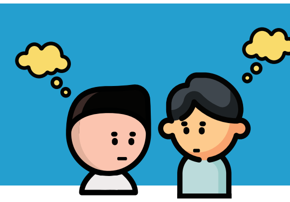
3. छिटपुट घटनाओं पर अत्यधिक निर्भर होता है

इसके साक्ष्य काफ़ी हद तक व्यक्तिगत अनुभवों और बयानों से प्राप्त होते हैं।



मेरे दोस्त की नानी की बहन हर सुबह पहाड़ी की चोटी पर चढ़ती हैं और तीन बार इस पेड़ की परिक्रमा करती हैं। उन्होंने इस दिनचर्या को एक वर्ष तक जारी रखा। साल के अन्त तक उनका कैंसर ग़ायब हो चुका था। उनका इलाज करने वाले सभी डॉक्टर भी काफ़ी हैरान थे और इसे एक तरह का चमत्कार कह रहे थे।

ज़रा सोचिए।



प्रश्न : आप कैसे जाँच करेंगे कि चलने की दिनचर्या ने दोस्त की नानी के कैंसर को ठीक कर दिया? आप किस प्रकार के सबूत खोजने के प्रयास करेंगे?

प्रश्न : आप कितने यक़ीन से कह सकते हैं कि यह इलाज कैंसर से पीड़ित अन्य लोगों पर भी काम करेगा? आपको इस निष्कर्ष तक पहुँचने के लिए क्या करना होगा?

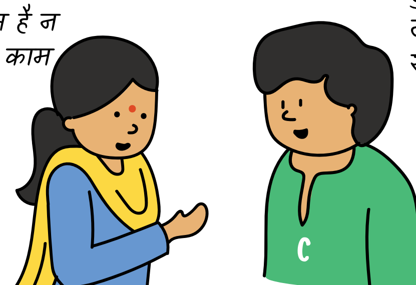
४. तकनीकी बकवास का उपयोग करता है

उपयोग किए जाने वाले शब्द वैज्ञानिक प्रतीत होते हैं लेकिन इनका उपयोग ग़लत तरीक़े से किया जाता है या अर्थहीन होते हैं।

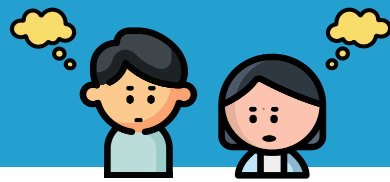
इस रत्न को यदि सही ढंग से पहना जाए तो यह ब्रह्माण्ड की अल्फा तरंगों को आकर्षित करता है जो आपकी उँगली की तंत्रिकाओं के माध्यम से मस्तिष्क के उपवल्कुटीय (लिम्बिक) तंत्र में संचारित होती हैं। इससे सकारात्मक भावनाओं और मानसिक शान्ति में वृद्धि होती है।



तुम हमेशा की तरह काफ़ी अवसाद में हो! तुम्हें विशेषज्ञ की सहायता की ज़रूरत है न कि किसी रत्न की। क्या मालूम यह काम करता भी है या नहीं!



तुमने सुना नहीं दुकानदार ने क्या कहा? मुझे तो बस यह पता लगाना है कि इसे सही तरह से पहनते कैसे हैं।



ज़रा सोचिए।

*आपका दोस्त **ग** आपसे सलाह लेने के लिए आता है। मानसिक शान्ति पर रत्न के प्रभावों के बारे में जौहरी के दावों का कौन-सा भाग ग़लत तरीक़े से इस्तेमाल किया गया है या जिसका कोई मतलब नहीं है? आपको ऐसा क्यों लगता है?*

5. साक्ष्यों का मनमाने तरीक़े से चुनाव करता है

समर्थक साक्ष्यों का उपयोग करना और ग़लत साबित करने वाले साक्ष्यों को अनदेखा करना या कम करके बताना।



वज़न घटाने की गोलियों का मनुष्यों पर परीक्षण

इसका सेवन करने वाले

21%

लोगों का वज़न कम हुआ है।

इसका सेवन करने वाले 15% लोगों के शरीर पर अत्यधिक बाल उग आते हैं।



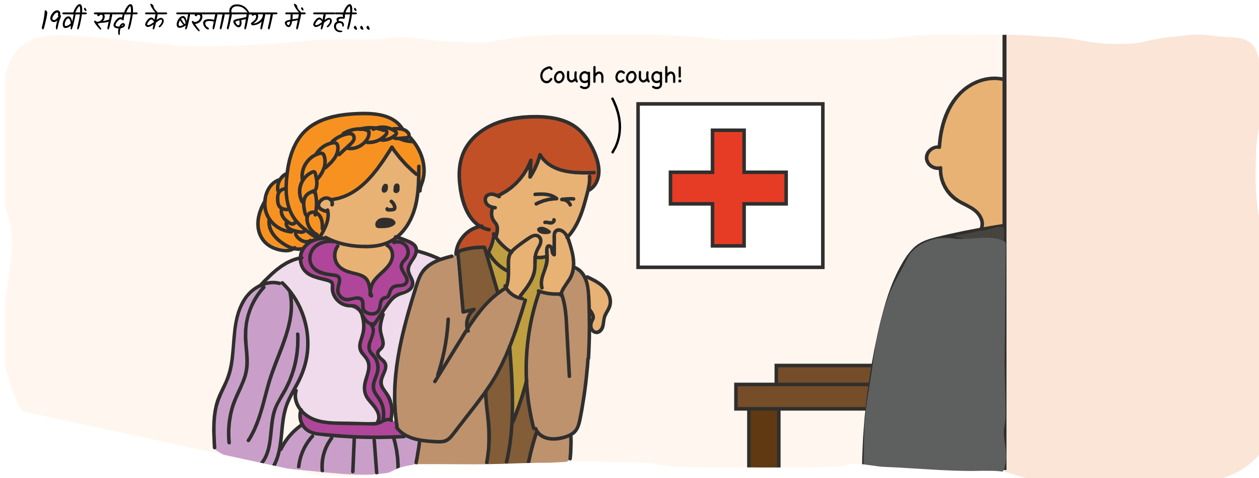
ज़रा सोचिए।

चार्ट में दिए गए परीक्षण के परिणामों को देखें। इसमें किस तरह के साक्ष्यों को अनदेखा किया गया है?

6. विश्वसनीय क्रियाविधि का अभाव

वर्तमान ज्ञान के आधार पर कोई तरीक़ा नहीं होता जो यह व्याख्या कर सके कि यह कैसे काम कर सकता है।

19वीं सदी के बरतानिया में कहीं...





7. अपरिवर्तनशील होता

स्वतः सुधार या विकास नहीं करता है।



ज़रा सोचिए।

यदि आप डॉक्टर होते और हाल ही में डीटल के अध्ययन के बारे में सुना होता :

प्रश्न : आप किन परिस्थितियों में निमोनिया रोगियों के उपचार के लिए रक्तमोक्षण का उपयोग जारी रखते?

प्रश्न : क्या आप इस प्रक्रिया पर कोई सवाल उठाते या इसमें कोई परिवर्तन करते (जैसे इसकी अवधि, आवृत्ति)?

प्रश्न : क्या आप रोगियों के स्वास्थ्य के आधार (जैसे उनकी उम्र, सहनशक्ति, लक्षणों की गम्भीरता) पर कोई सवाल उठाते या उसमें कोई परिवर्तन करते?

प्रश्न : यदि आपको पता हो कि इस बारे में क्या माना जाता था कि रक्तमोक्षण निमोनिया के रोगियों को कैसे ठीक करता है, तो क्या इससे आपको यह निर्णय करने में मदद मिलेगी कि किसी विशिष्ट प्रकरण में इसका उपयोग करना चाहेंगे? किस प्रकार से?

8. असाधारण/ अतिरंजित दावे करता है

अपर्याप्त सबूतों के आधार पर असाधारण लाभ के दावे करता है।





ज़रा सोचिए।

आपका मित्र आपसे सलाह लेने के लिए आता है। इस विज्ञापन में पूर्ण रूप से प्राकृतिक कंप्रेसर तकनीक के दावों में से आपको सबसे अतिरंजित भाग कौन-सा लगता है? आपको ऐसा क्यों लगता है?

९. तार्किक त्रुटियाँ करता है

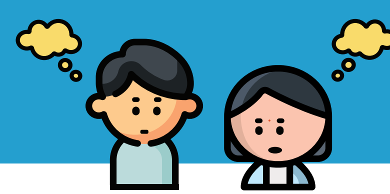
दलीलों में तर्क की कुछ ग़लतियाँ होती हैं।



10. पर्याप्त समकक्ष समीक्षा का अभाव होता है

आपका दोस्त आपके पास सलाह के लिए आता है।

ज़रा सोचिए।



प्रश्न : इनमें से किसके तर्क में त्रुटि हुई है

क) स्नोमैन X के निष्कर्ष में?

ख) स्नोमैन X के निष्कर्ष पर विश्वास करने के स्नोमैन Y के कारण में?

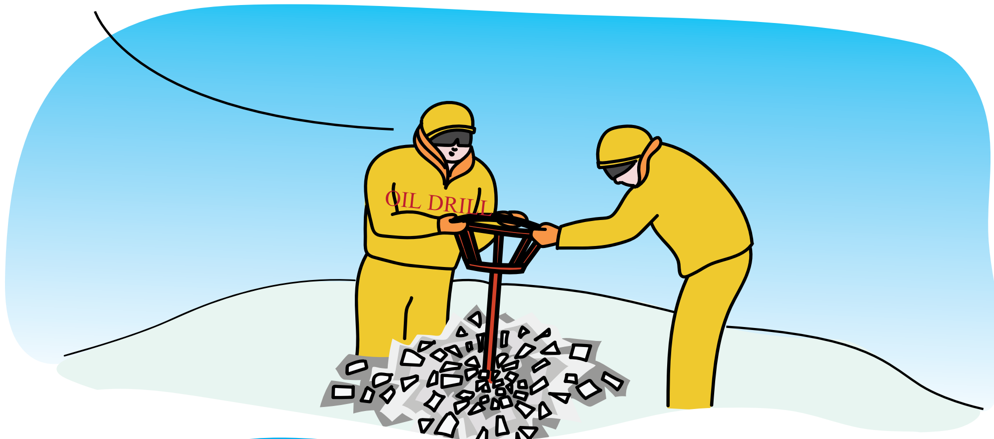
ग) स्नोमैन Z के कथन में?

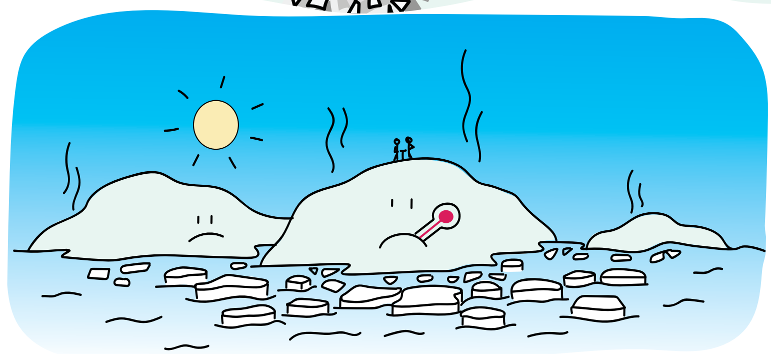
प्रश्न : यदि स्नोमैन Z समकक्ष समीक्षा के लिए अपने निष्कर्षों को आपके साथ साझा करता है, तो आप उससे कौन-से सवाल करेंगे? क्या कोई ऐसी बात है जो अन्य समीक्षकों ने अभी तक नहीं पूछी है?

11. दावा करता है कि उनके विचारों को दबाने की साज़िश हो रही है

वैज्ञानिक समुदाय द्वारा आलोचना एक षड्यंत्र है।

क्या तुमने जलवायु परिवर्तन 'षड्यंत्र' के बारे में सुना है? कहा जाता है कि पर्यावरण संगठन वैज्ञानिकों के साथ मिलकर जलवायु डाटा में हेर-फेर करने का षड्यंत्र कर रहे हैं ताकि जीवाश्म ईंधन कम्पनियाँ दिवालिया हो जाएँ और वैश्विक अर्थव्यवस्था ध्वस्त हो जाए!







ज़रा सोचिए।

शब्दकोश में 'पूर्वाग्रह' शब्द का उपयोग किसी व्यक्ति या किसी चीज़ के प्रति या उसके खिलाफ़ झुकाव या पक्षपाती होने या महसूस करने की प्रवृत्ति का वर्णन करने के लिए किया जाता है। तेल के लिए ड्रिलिंग कर रहे दो व्यक्तियों की बातों से ऐसा लगता है कि जलवायु वैज्ञानिक जीवाश्म ईंधन कम्पनियों के प्रति पूर्वाग्रह से ग्रसित हैं। पूर्वाग्रह वास्तव में इस बात पर असर डाल सकते हैं कि वैज्ञानिक क्या सवाल पूछेंगे, साक्ष्य एकत्रित करने के लिए किन विधियों का उपयोग करेंगे, वे साक्ष्यों की व्याख्या कैसे करेंगे और समीक्षा और प्रकाशन के लिए क्या प्रस्तुत करेंगे।

प्रश्न : क्या आपने किसी चीज़ या किसी व्यक्ति के प्रति पूर्वाग्रह महसूस किया है?
इसने आपके सवाल पूछने, साक्ष्यों की तलाश करने और निष्कर्षों तक पहुँचने की क्षमता को कैसे प्रभावित किया है?

प्रश्न : यदि आप जलवायु वैज्ञानिक होते, तो आर्कटिक में तेल की ड्रिलिंग के प्रति पूर्वाग्रह के मद्देनज़र आप अपने अध्ययन को प्रभावित करने की सम्भावना को कम करने के लिए क्या करते?

- *क्या आपको लगता है कि लक्षणों की यह सूची सम्पूर्ण है? क्या आप इसमें कोई अन्य लक्षण जोड़ना चाहेंगे? यदि हाँ, तो यह भी बताएँ कि आप इन लक्षणों को इस सूची में स्थान क्यों देंगे।*
- *क्या आप इनमें से प्रत्येक लक्षण के लिए कोई उदाहरण (समाचार पत्र, अपनी पाठ्यपुस्तक या किसी अन्य स्रोत से) खोज सकते हैं? क्या आपके द्वारा दिया गया कोई उदाहरण इनमें से मात्र किसी एक लक्षण को दर्शाता है?*

लेखक के बारे में :

मेलेनी ट्रैचेक-किंग मैसाचुसेट्स(अमेरिका) स्थित मैसासोइट कम्युनिटी कॉलेज में जीव विज्ञान की एसोसिएट प्रोफ़ेसर हैं। कॉलेज और हाई स्कूल कक्षाओं में 20 साल से अधिक का अध्यापन अनुभव है। उन्हें विशेष रूप से ऐसे विद्यार्थियों को पढ़ाने में रुचि है जो बड़े होकर वैज्ञानिक नहीं बनना चाहते हैं। विज्ञान शिक्षण के प्रति उनके जुनून के चलते उन्होंने 'थिंकिंग इज़ पॉवर' की स्थापना की। इसका मक़सद आम लोगों व अन्य शिक्षकों, जो अपने पाठ्यक्रमों में आलोचनात्मक सोच सम्बन्धी विषयवस्तु जोड़ने में रुचि रखते हैं, के लिए सरल व गहन आलोचनात्मक सूचना उपलब्ध कराना है।

इस पुस्तिका की सामग्री उनकी अनुमति से 'थिंकिंग इज़ पॉवर' से "11Characteristics of Pseudoscience' से ली गई है।

(URL: https://thinkingispower.com/11-characteristics-of-pseudoscience/)। पूरी पोस्ट पढ़ने और अन्य सम्बन्धित सामग्री के लिए यहाँ जाएँ : https://thinkingispower.com/।

अन्य योगदानकर्त्ता :
*उदाहरणों के लिए विचार एवं चित्र और 'ज़रा सोचिए' वाले हिस्से के लिए टेक्स्ट में विद्या कमलेश (कलाकार, **आई वंडर**), विजेता रघुराम (सहयोगी सम्पादक, **आई वंडर**) और चित्रा रवि (सम्पादक, **आई वंडर**) ने योगदान दिया है।*

अनुवाद : *ज़ुबैर सिद्दिकी* **पुनरीक्षण :** *सुशील जोशी* **कॉपी एडिटर :** *अनुज उपाध्याय*

11 लक्षण छद्म विज्ञान के

A publication by:
i wonder... Rediscovering school science
Azim Premji University